



---

*Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero  
nella Regione Abruzzo*



**Analisi dei dati osservati nell'anno 2009**

**Pescara, maggio 2011**



## INDICE

Premessa .....	pg 5
1 La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere .....	pg 6
2 Gestione del monitoraggio .....	pg 8
2.1 Campionamento .....	pg 8
2.2 Analisi .....	pg 10
2.3 Gestione dati .....	pg 10
3 Parametri indagati .....	pg 10
4. Risultati .....	pg 19
4.1 Acqua .....	pg 19
4.1.1 Fitoplancton .....	pg 37
4.1.1.1 Microalghe bentoniche tossiche .....	pg 43
4.2 Mesozooplancton .....	pg 43
4.3 Macrobenthos .....	pg. 48
4.4 Sedimento .....	pg 51
4.4.1 Saggi tossicologici .....	pg 62
4.5 Biomarkers .....	pg 65
4.6 Biota .....	pg 68
5. Considerazioni conclusive .....	pg 71
BIBLIOGRAFIA .....	pg 72



## PARTECIPANTI AL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

### *Responsabili del Programma*

- *Responsabile regionale*

**Dott. Nicola Caporale**

Regione Abruzzo - Direzione Opere Marittime  
Pescara

- *Ente attuatore*

**A.R.T.A. Abruzzo**

Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente dell'Abruzzo  
Dipartimento Provinciale di Pescara  
V.le Marconi, 51 – 65126 Pescara

- *Responsabile tecnico*

**Dott.ssa Angela Del Vecchio**

Direttore Dipartimento Provinciale ARTA di Pescara



---

- *Partecipanti alle attività di monitoraggio*

*Responsabile Motonave Laboratorio "Ermione":* G. Ferrandino

*Equipaggio Motonave Laboratorio "Ermione":* P. De Iure, N. Febo

*Campionamenti in mare:* A. Arizzi Novelli, E. Nardi, B. Filareto, P. De Iure, P. Cecamore

*Riprese subacquee:* P. De Iure

*Batimetrie e restituzioni cartografiche:* R. Cacciatore

*Attività analitica:*

- *matrice acqua:* B. Filareto, S. Bianco, E. Scamosci, F. Caporale, M. Di Nino, L. Capriotti, S. Palestini, L. Manente
- *matrice sedimenti:* A. Arizzi Novelli, E. Nardi, N. Di Deo, E. Scamosci, F. Caporale, S. Palestini, F. Scorrano
- *matrice biota:* E. Scamosci, F. Caporale, S. Palestini, F. Scorrano
- *matrice plancton:* G. Martella, A. Arizzi Novelli
- *matrice macrozoobenthos:* G. Martella, M. Salvatori

*Gestione, trasmissione, elaborazione dati e reportistica:*

- G. Martella
- A. Salini



---

## Premessa

Nell'anno 2009 l' ARTA Abruzzo ha svolto le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale della Regione Abruzzo con i seguenti obiettivi:

1. proseguimento del Programma di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero 2008-2009 in convenzione tra Ministero dell'Ambiente e Servizio Opere Marittime della Regione Abruzzo (Legge 979/82), da gennaio a luglio;
2. classificazione ecologico-ambientale delle acque marine in applicazione del D.lgs 152/06, da agosto a dicembre.

Le attività attuate nell'ambito del monitoraggio possono essere così schematizzate:

- rilevazione dei parametri meteo marini
- acquisizione dati fisico-chimici delle acque tramite sonda multiparametrica nella colonna d'acqua
- determinazione della concentrazione dei nutrienti
- analisi del fitoplancton e dello zooplancton
- bioaccumulo e sedimentazione di microinquinanti nel biota (*M. galloprovincialis*) e nel sedimento
- test ecotossicologici sui sedimenti
- biomarkers
- analisi granulometrica dei sedimenti
- analisi delle biocenosi di fondo
- ricerca delle microalghe bentoniche tossiche.



## 1. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE

La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere è costituita da un reticolo di otto stazioni per il campionamento delle varie matrici, distribuite su quattro transetti perpendicolari alla costa e poste rispettivamente a 500 m e 3000 m dalla costa (Tab. 1 e Fig. 1); ad esse si aggiungono, in prossimità dei transetti sotto costa, le quattro stazioni di campionamento per le matrici *biota e microalghe bentoniche*.

In totale la rete di monitoraggio prevede 12 stazioni di campionamento.

AREA	Distanza dalla costa	Cod. Punto	Lat. Nord	Long. Est	PROFONDITA' m
GIULIANOVA 500 m a Sud molo Sud del porto	200 m	GUL	42°45'09"	13°58'35"	2,1
	500 m	GU01	42°44'52"	13°58'55"	4,7
	3000 m	GU03	42°45'14"	14°00'41"	12,2
PESCARA zona antistante Via Cadorna	200 m	PES	42°29'10"	14°11'55"	1,9
	500 m	PE04	42°29'18"	14°12'06"	5,6
	3000 m	PE06	42°30'04"	14°13'37"	14,4
ORTONA punta Acquabella	200 m	ORT	42°20'03"	14°25'34"	3,3
	500 m	OR07	42°20'16"	14°25'41"	6,9
	3000 m	OR09	42°21'06"	14°27'11"	17,0
VASTO punta Aderci	200 m	VAS	42°10'42"	14°41'25"	4,8
	500 m	VA10	42°11'02"	14°41'09"	7,8
	3000 m	VA12	42°12'08"	14°42'12"	19,8

Tab. 1 – Elenco delle stazioni di campionamento

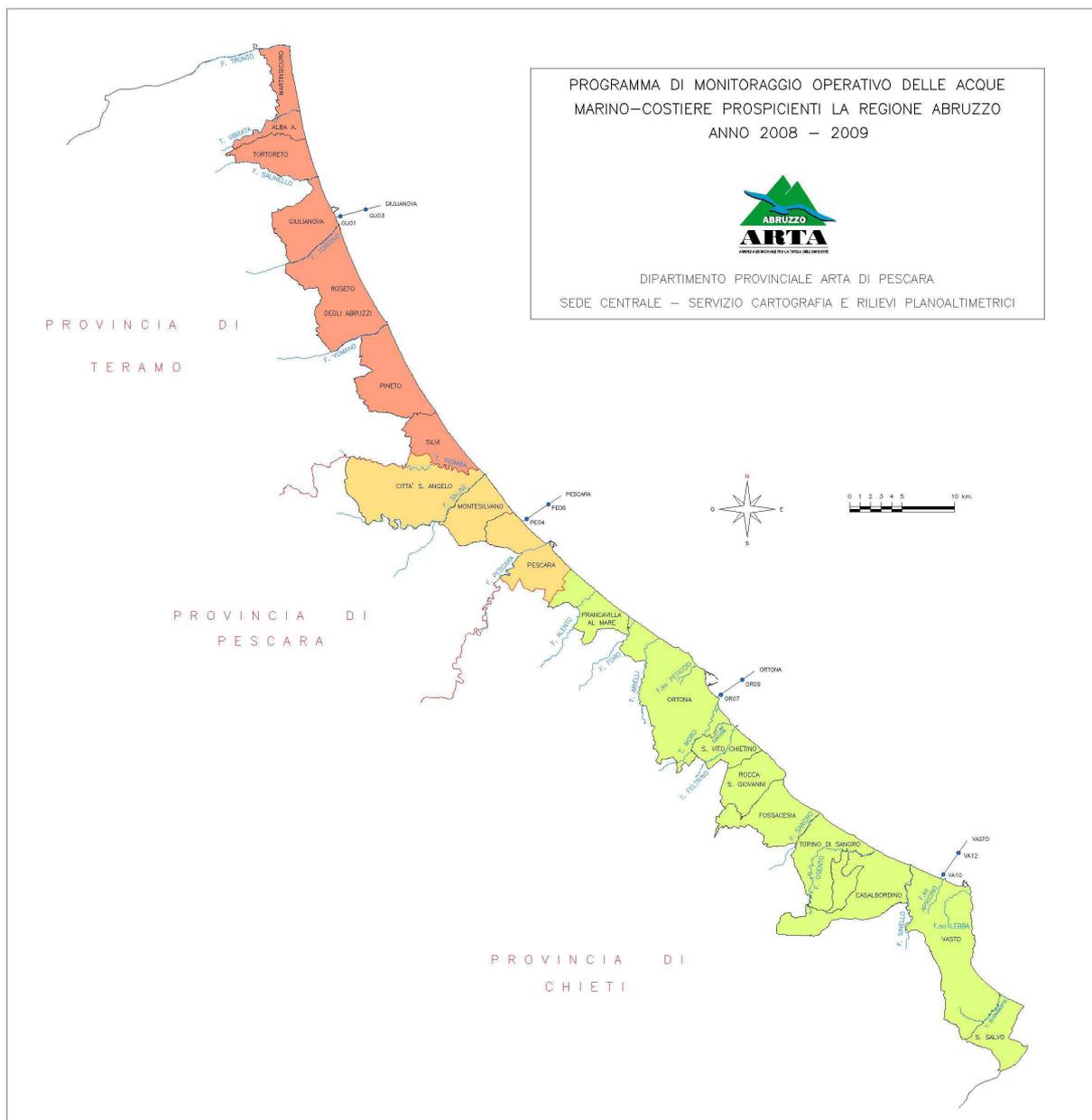


Fig. 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale



## 2. GESTIONE DEL MONITORAGGIO

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale, con indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota, plancton, macrobenthos), avviene secondo precisi protocolli operativi. Il programma prevede l'esecuzione di campagne di campionamento e misura, secondo un calendario prestabilito.

Matrici	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
	N. CAMPIONI / MESE											
Dati sonda multiparametrica	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ACQUA (nutrienti *)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
ACQUA (inquinanti)					4	4				4		
FITOPLANCTON	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ZOOPLANCTON	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SEDIMENTI (**)				24								
BIOTA						4						
MICROALGHE BENTONICHE						8	8	8				
MACROBENTHOS				24						24		

(\*) Prelevati a 500 e 3000 m in superficie e in profondità

(\*\*) Prelevati a 500 m in superficie , a 3000 m in superficie e in profondità.

Tab. 2: Campagna di monitoraggio effettuata nel 2009 sulla Rete Regionale

### • CAMPIONAMENTO

L'Agenzia dispone di un mezzo nautico, la motonave "Ermione", che viene utilizzata per tutte le attività effettuate in mare.

Le attività operative di campionamento riguardano l'acquisizione di dati e il prelievo di campioni delle diverse matrici.

In ciascuna stazione sono state effettuate: osservazioni meteo marine (temperatura aria, pressione barometrica, umidità relativa, direzione e velocità del vento, direzione e velocità della corrente, altezza onde, colorazione), rilevazioni fisiche e chimiche (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH e clorofilla "a") in colonna d'acqua e, per mezzo di sonda multiparametrica, il prelievo di campioni d'acqua su cui successivamente sono state eseguite le analisi previste.

La misura della trasparenza è stata determinata mediante Disco di Secchi.



---

Ogni campagna mensile viene realizzata nei primi giorni del mese ed ha la durata media di 2-3 gg. salvo condizioni meteo-marine avverse; ad eccezione per il prelievo del macrobenthos che prevede tempi più lunghi.

L'acquisizione dei valori delle variabili chimico-fisiche nella colonna d'acqua viene effettuata ad ogni metro di profondità, da 50 cm dalla superficie a 50 cm dal fondo con individuazione del termoclino, se esistente; l'acquisizione dati avviene mediante sonda multiparametrica "Idronaut mod. Ocean Seven 316 plus" che, azionata da un verricello, viene calata sulla verticale a velocità costante. Per i profili verticali della clorofilla "a" si utilizza un fluorimetro della "Sea Teck" abbinato alla sonda multiparametrica.

La funzionalità della sonda è certificata annualmente dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con una sonda di riferimento.

I campioni di *acqua* sono prelevati a 50 cm dalla superficie a 50 cm dal fondo con bottiglia Niskin, per l'analisi dei nutrienti (Azoto totale, Fosforo totale e Ortofosfati, Silicati, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico); un'aliquota prelevata a 50 cm dalla superficie viene utilizzata per lo studio del *fitoplancton* mediante osservazione al microscopio ottico rovesciato.

I campioni di acqua per le determinazioni dei nutrienti solubili sono filtrati sul posto, utilizzando filtri Millipore con porosità di 0,45 µm; i campioni "tal quale" e quelli "filtrati" sono poi trasportati in laboratorio per le successive analisi, in contenitori refrigerati a +4 °C, insieme a tutti gli altri campioni.

Il prelievo di *organismi zooplanctonici* avviene mediante una rete standard WP-2, con vuoto di maglia di 200 µm e munita di flussimetro, su tutta la colonna d'acqua e con pescata obliqua.

Il campionamento di *sedimento marino*, per la caratterizzazione chimico-fisica, chimica e tossicologica, viene effettuato con il box core, con prelievi in superficie e in profondità.

Per il campionamento di *macrozoobenthos* per l'analisi della comunità bentonica si utilizza una benna di Van Veen da 0,1 m<sup>2</sup>: si effettuano tre repliche per ogni stazione e poi ogni campione di sedimento viene sottoposto a setacciatura mediante un setaccio con maglie di 1 mm; gli organismi separati sono immediatamente fissati in formalina al 10% in acqua di mare e trasportati in laboratorio per la classificazione.

Il prelievo di molluschi, per la componente *biota*, è effettuato dall'operatore subacqueo direttamente sui manufatti della scogliera in prossimità delle stazioni a 500 m dalla costa così come i prelievi di acqua e macroalghe per la ricerca delle *microalghe bentoniche tossiche*.



- *ANALISI*

Tutte le attività analitiche vengono eseguite presso i laboratori del Dipartimento Provinciale di Pescara.

In dettaglio le analisi di tipo chimico su matrici acqua (nutrienti disciolti, N e P totali, microinquinanti chimici), sedimento (microinquinanti chimici) e biota (microinquinanti chimici) sono svolte presso il Laboratorio Chimico-Ambientale, mentre le analisi biologiche (fitoplancton e fitoplancton potenzialmente tossico, zooplancton, macrobenthos), tossicologiche (saggi biologici e biomarkers) e granulometriche dei sedimenti presso il Laboratorio di Biologia e Tossicologia Ambientale.

I prelievi e i rilievi sul campo, così come le metodologie analitiche seguite, sono quelle indicate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio–Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento*).

- *GESTIONE DEI DATI*

I risultati analitici, validati dai Laboratori per la parte di rispettiva competenza, vengono inseriti nel Sistema Informativo Regionale Ambientale dell'Abruzzo (SIRA) attraverso un programma informatico denominato "LIMS". Nell'applicativo LIMS vengono inserite tutte le informazioni relative ad ogni singolo campione, dall'anagrafica ai risultati analitici, ai dati relativi ai rilievi fatti direttamente sul campo. Tutti i dati inseriti, elaborati e validati da parte dei responsabili di Sezione, vengono trasferiti alla banca dati centrale SIRA e estratti in formato excel per l'invio alla Regione Abruzzo.

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti viene realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office 2003.

### *3. PARAMETRI INDAGATI*

*Temperatura:* parametro fisico di grande importanza per le acque del Mar Adriatico, presenta marcate fluttuazioni stagionali a causa della bassa profondità media, della latitudine e dell'afflusso di acque fluviali.

*Trasparenza:* esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi o "zona eufotica". E' influenzata da fattori fisici (capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione) e biologici (distribuzione della massa fito- e zoo-planctonica e contenuto di detrito organico).

*Torbidità:* indica la presenza di materiale organico e inorganico in sospensione e modifica le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua soprattutto a livello di penetrazione della luce con conseguenze sulla produzione primaria. La torbidità può essere sia



---

provocata da cause naturali sia da scarichi derivanti da attività umane. Essa viene espressa in NTU (Unità di Torbidità Nefelometriche).

*Ossigeno disciolto:* è presente in forma disciolta in equilibrio con l'O<sub>2</sub> atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

*Salinità:* le variazioni di salinità dipendono soprattutto dagli apporti di acque dolci in superficie provenienti principalmente dall'Adriatico settentrionale e dall'ingresso di correnti di fondo di acque più salate dal bacino meridionale. Essa viene espressa in PSU (Practical Salinity Unit).

*pH:* le acque marine presentano generalmente una notevole stabilità di pH garantita da un efficiente sistema tampone; questo è rappresentato dall'equilibrio dello ione bicarbonato tra le due forme bicarbonato di calcio (solubile) e carbonato di calcio (insolubile). Il pH è influenzato da alcuni fattori quali l'attività fotosintetica e i processi di decomposizione del materiale organico.

*Sali nutritivi:* sotto tale denominazione vanno i composti dell'azoto e del fosforo in forma disciolta; questi composti sono costituiti da nitrati, nitriti, sali d'ammonio e fosfati. Tra essi viene compreso anche il silicio in quanto entra nella composizione dei frustuli di Diatomee, gusci e di spicole di Silicoflagellati e Radiolari. Sono sostanze chimiche che favoriscono la crescita delle microalghe e delle fanerogame marine. Avendo una scarsa concentrazione in mare costituiscono un fattore critico o limitante. A volte in determinate condizioni soprattutto nella fascia costiera e in bacini semichiusi si può avere un eccesso di queste sostanze che può dar luogo al fenomeno dell'eutrofizzazione.

La concentrazione dei nutrienti non è omogenea né in senso verticale, né orizzontale, né temporale. Nella distribuzione verticale, si può notare che negli strati superficiali, eufotici, essi vengono assimilati dagli organismi fotosintetici nei vari processi metabolici con formazione di materia organica, mentre negli strati profondi hanno luogo i processi rigenerativi con decomposizione di materia organica di provenienza diversa. Il gradiente orizzontale è dovuto principalmente all'apporto costante di nutrienti da parte dei fiumi che convogliano al mare acque raccolte dai bacini imbriferi a monte; in relazione a tale gradiente esistono differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dai seguenti fattori: la portata dei fiumi legata alle condizioni meteorologiche, l'andamento stagionale del fitoplancton e i processi rigenerativi a livello del sedimento.

*Clorofilla "a":* è qualitativamente e quantitativamente il pigmento più importante nel processo della fotosintesi clorofilliana, sia in ambiente terrestre che in quello marino. In



base alla relazione tra clorofilla "a" e produzione primaria, si è ritenuto opportuno utilizzare la valutazione del contenuto di clorofilla "a" come indice della biomassa fitoplanctonica. Come è stato osservato per i nutrienti anche la clorofilla è soggetta ad una variabilità spaziotemporale, essendo anch'essa coinvolta nei processi di produzione primaria e influenzata da più fattori (apporto di nutrienti, temperatura, intensità luminosa).

*Indice trofico TRIX* : è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto).

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità, in funzione delle variazioni di parametri quali clorofilla *a*, ossigeno disciolto, fosforo totale ed azoto inorganico:

$$\text{Indice trofico TRIX} = (\log (\text{Chl } a * \text{OD}\% * N * P) - (-1.5)) / 1.2$$

dove:

Chl *a* = clorofilla ( $\mu\text{g/l}$ );

OD% = Ossigeno disciolto in percentuale come deviazione in valore assoluto dalla saturazione;

N = N-(NO<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub>) Azoto minerale solubile (DIN) ( $\mu\text{g/l}$ );

P = Fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ).

INDICE DI TROFIA	STATO TROFICO	COLORE
2-4	Elevato	Blu
4-5	Buono	Verde
5-6	Mediocre	Giallo
6-8	Scadente	Rosso



STATO	DESCRIZIONE
ELEVATO	Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
BUONO	Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche
MEDIOCRE	Scarsa la trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
SCADENTE	Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morie di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

Tabella 3: Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs 152/06 e s.m.i.).

### ***INQUINANTI CHIMICI***

- **Solventi clorurati:** sono composti chimici derivati da idrocarburi a cui sono stati aggiunti atomi di cloro. I più noti sono il cloroformio, il tricloroetilene, il percloroetilene, il tetracloruro di carbonio, il tricloroetano. Si tratta di sostanze dotate di un ottimo potere solvente, propellente, refrigerante e di scarsa infiammabilità. Per le loro caratteristiche trovano largo impiego nell'industria chimica, tessile, della gomma, delle materie plastiche, degli estintori di incendio, dei liquidi refrigeranti, nelle operazioni di sgrassaggio e pulitura di metalli, pelli e tessuti.

Per quanto concerne gli effetti tossicologici si può affermare che, benché questi cambino in funzione del tipo di sostanza, tutti i solventi clorurati, hanno proprietà narcotiche e neurotossiche, e quasi tutti possiedono tossicità epatica, renale ed emopoietica.

Il largo utilizzo fatto negli ultimi decenni e gli smaltimenti scorretti hanno causato



una notevole diffusione ambientale di questi composti sia nelle acque superficiali sia in quelle sotterranee. Per la loro volatilità, queste sostanze possono contaminare le acque superficiali essenzialmente in prossimità dei siti di sversamento.

- **Solventi aromatici:** sono i composti a minor peso molecolare e maggiormente volatili appartenenti alla classe degli idrocarburi aromatici. I composti più rappresentativi sono: benzene, toluene, etilbenzene, xilene, propilbenzene, stirene. L'inquinamento da solventi organici aromatici deriva dal loro impiego in campo industriale e dall'uso di prodotti petroliferi (in particolare benzine). La loro diffusione nell'ecosistema acquatico è legata a perdite che si possono verificare durante le fasi di trasporto e stoccaggio di prodotti derivati dal petrolio. Tali composti rivestono grande importanza nel panorama della chimica delle acque perché ad essi è associata una notevole tossicità per l'ambiente e per gli esseri viventi. La sua pericolosità è dovuta principalmente agli effetti cancerogeni riconosciuti per l'uomo, conseguenti ad un'esposizione cronica.
- **Metalli pesanti:** sono componenti naturali delle acque e dei sedimenti e sono considerati inquinanti se il loro livello eccede quello naturale e in particolare i metalli pesanti sono quelli maggiormente tossici; i più rappresentativi per il rischio ambientale sono: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) e Piombo (Pb). La forma cationi di questi metalli presenta alta affinità per lo zolfo degli enzimi presenti in alcune reazioni metaboliche fondamentali nel corpo umano: il complesso metallo-zolfo inibisce il normale funzionamento dell'enzima con conseguente danno per la salute dell'uomo. Il mercurio presenta il fenomeno della biomagnificazione, cioè la sua concentrazione aumenta progressivamente attraverso gli anelli della catena trofica.
- **Composti organo clorurati:** sono composti caratterizzati dal legame del cloro con un atomo di carbonio e tra i loro derivati, il più noto è il DDT o [1,1,1-tricloro-2,2-di-(4-clorofenil)etano]. Sono ampiamente usati come pesticidi, erbicidi e fungicidi. Questi composti risultano fortemente tossici per l'uomo e per altri animali, inoltre non sono biodegradabili e una volta liberati nell'ambiente permangono in maniera definitiva nell'acqua, negli animali, nelle piante, nei sedimenti. La loro presenza indica una contaminazione di tipo "agricolo" operata soprattutto da fiumi che drenano vaste aree di territorio. Sono stati rilevati nei tessuti dei mitili di molte località costiere, sia dell'Adriatico che del Tirreno, seppure con concentrazioni molto basse. I pesticidi clorurati rientrano tra gli inquinanti organici persistenti (POP) riconosciuti a livello internazionale.
- **Polibromobifenili (PCB):** l'acronimo PCB indica un gruppo di sostanze chimiche industriali organoclorurate (difenili policlorurate). I PCB sono insolubili in acqua e solubili in mezzi idrofobi, chimicamente inerti e difficili da bruciare, possono



persistere nell'ambiente per lunghissimi periodi ed essere trasportati anche per lunghe distanze. Tendono ad accumularsi nel suolo e nei sedimenti, si accumulano nella catena alimentare e possono dar luogo al fenomeno della biomagnificazione, raggiungendo pertanto concentrazioni potenzialmente rilevanti sul piano tossicologico.

Proprio per le loro caratteristiche di stabilità e bassa biodegradabilità, i PCB sono inquinanti ambientali pressoché ubiquitari. I PCB rientrano tra gli inquinanti organici persistenti (POP) riconosciuti a livello internazionale.

**Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA):** sono un gruppo di idrocarburi che contengono anelli benzenici condensati e si formano in seguito alla combustione incompleta di materiali organici contenenti carbonio: sono composti cancerogeni.

Gli IPA presenti nell'ambiente provengono da numerose fonti: traffico auto veicolare, dal "catrame", dal fumo delle sigarette, dalla superficie di alimenti affumicati, dal fumo esalato dalla combustione del legno o del carbone; quelli che inquinano l'ambiente acquatico sono riconducibili alla fuoriuscita di petrolio dalle petroliere, dalle raffinerie e dai punti di trivellazione del petrolio in mare aperto.

- **Composti organostannici (TBT):** sono composti organici a base di stagno largamente impiegati come agenti "antivegetativi" (antiincrostazione) alle vernici usate per le banchine, per lo scafo delle imbarcazioni, per le reti da pesca. Parte del composto del tributyl stagno si libera nelle acque, di conseguenza tale composto penetra nella catena alimentare attraverso i microrganismi che vivono in prossimità della superficie. A causa della loro tossicità, persistenza e capacità di bioaccumulo si ritrovano anche in aree lontane dalla fonte originaria di emissione e concorrono a generare notevoli danni all'ecosistema marino.
- **Carbonio organico totale**  
Il carbonio Organico Totale è un indice della concentrazione totale delle sostanze organiche: quella disciolta (DOM) e quella particellata (POM).
- **Analisi granulometrica**  
E' una misura della dimensione media delle particelle che compongono i sedimenti marini; si determina la percentuale in peso della sabbia (particelle con diametro superiore ai 0,063 mm ma inferiore ai 2 mm) e delle peliti o fanghi (particelle con diametro inferiore ai 0,063 mm).
  - ghiaia (superiore ai 2 mm di diametro);
  - sabbia molto grossolana (compresa tra 2 e 1 mm);
  - sabbia grossolana (compresa tra 1 e 0,5 mm);
  - sabbia media (compresa tra 0,5 e 0,25 mm);
  - sabbia fine (compresa tra 0,25 e 0,125 mm);



- sabbia molto fine (compresa tra 0,125 e 0,063 mm).

La composizione granulometrica è un parametro che influisce sulla capacità di accumulo di sostanze inquinanti da parte del sedimento (sedimenti con una abbondante frazione pelitica hanno la tendenza ad accumulare maggiori quantità di sostanze chimiche) ma anche sulle caratteristiche delle comunità bentoniche di fondo mobile.

## **PLANCTON**

**Fitoplancton** - Negli ecosistemi acquatici il *fitoplancton* ricopre un ruolo fondamentale, rappresentando il primo anello della catena trofica.

E' costituito da organismi vegetali in genere microscopici ed è il maggior responsabile dei processi fotosintetici e della produzione della sostanza organica necessaria allo zooplancton. La componente più rappresentativa del fitoplancton di mare, sia come numero di individui che come numero di specie, è generalmente costituita da Diatomee; ad esse si associano, con importanza variabile secondo la stagione e le condizioni idrologiche, altri gruppi algali, *Dinophyceae*, *Euglenophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*; altre classi che possono essere presenti, ma in minor parte, sono *Prasinophyceae* e *Rafidophyceae*.

La densità fitoplanctonica presenta variazioni stagionali strettamente correlate alla quantità di radiazione solare, alla disponibilità di macronutrienti (principalmente azoto e fosforo) e alla efficienza degli organismi che si cibano di alghe planctoniche. Comprende numerosissime specie che si differenziano per dimensione, morfologia ed ecologia; la distribuzione verticale è influenzata dalla percentuale di penetrazione della radiazione solare incidente e dalla sua progressiva estinzione, a loro volta dipendenti dalla presenza di torbidità minerale, di sostanze umiche e degli stessi organismi planctonici.

**Mesozooplancton** - Rappresenta il secondo anello della catena trofica marina, in quanto gli organismi che vi appartengono si nutrono, principalmente, di fitoplancton. E' caratterizzato da un'estrema varietà di forme ed è costituito da organismi animali eterotrofi di dimensioni convenzionalmente comprese fra 0.2 e 20 mm. La densità dei popolamenti mesozooplanctonici varia notevolmente a seconda del periodo dell'anno ed è correlata alla concentrazione di biomassa algale. La distribuzione spaziale dello zooplancton nei mari non è di tipo casuale ma è influenzata dalle caratteristiche delle masse d'acqua, sia su larga che piccola scala e dall'insieme delle caratteristiche fisiologiche e comportamentali degli stessi organismi. La distribuzione a livello geografico è



---

influenzata principalmente dalla temperatura dell'acqua. All'interno dello stesso range di temperatura la distribuzione locale viene invece influenzata soprattutto dalla salinità, ma anche da altri fattori come: differenze nella profondità, velocità delle correnti, energia delle onde e torbidità. La maggior parte dei taxon appartenenti allo zooplancton mostrano infatti preferenze per specifici habitat o condizioni idrografiche a cui è legata anche, ovviamente, l'opportuna disponibilità trofica.

## **SAGGI BIOLOGICI**

Permettono di verificare la presenza di microinquinanti in concentrazioni tali da determinare effetti tossici a breve, medio o lungo termine sulle comunità biologiche. In tali saggi possono essere utilizzate diverse specie-test, differenti per trofia, sensibilità specifica, rilevanza ecologica (batteri, alghe, molluschi bivalvi, policheti, echinodermi). Sono uno strumento essenziale da utilizzare in maniera complementare alla determinazione della concentrazione di inquinanti chimici, al fine di valutare la qualità dei sedimenti marini.

## **BIOTA**

Le misure di bioaccumulo vengono effettuate sul bivalve *Mytilus galloprovincialis*; i campioni del bivalve vengono prelevati presso un allevamento individuato in un'area in prossimità della costa e vengono trapiantati in prossimità dei transetti di monitoraggio. Tali organismi vengono sottoposti ad analisi chimica e ad analisi dei biomarkers.

## **BIOMARKERS**

I biomarkers sono alterazioni evidenziate e quantificabili di una risposta biologica (fisiologica, biochimica) che possono essere correlati all'esposizione o all'effetto tossico di uno o più contaminanti. Tra gli organismi maggiormente utilizzati ci sono i molluschi bivalvi che per la loro elevata capacità di filtrazione, accumulano sostanze presenti sia nell'acqua, che quelle legate al particolato in essa presente, pertanto il loro monitoraggio ha lo scopo di rilevare la presenza di specifiche fonti di contaminazione e di fornire indicazioni sul livello di compromissione dell'area indagata.



---

## MACROZOOBENTHOS

Organismi marini animali (zoo benthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte riguardano lo studio delle comunità zoobentoniche di fondi mobili, cioè costituiti da sabbia e/o fango, che caratterizzano l'ambiente marino. Infatti queste comunità permanendo per lungo tempo in una data area sono esposti in maniera continua tanto ai fattori che ne supportano lo sviluppo (nutrienti, radiazione solare, ecc) quanto ai fattori che ne possono determinare una loro alterazione (inquinanti, variazioni fisico-chimiche delle acque, ecc). Per questo motivo il controllo della composizione (attraverso la determinazione delle liste di specie presenti in queste comunità in una data area e delle abbondanze relative di ogni singola specie) e della struttura (attraverso il calcolo di indici di diversità) delle comunità bentoniche dei fondi mobili vengono utilizzati per individuare eventuali fenomeni di perturbazione dell'area studiata che hanno agito in un intervallo di tempo e di spazio molto ampio. Per tale motivo le comunità bentoniche di fondo mobile sono considerate un "indicatore sintetico" della qualità dell'ambiente marino.

## MICROALGHE BENTONICHE

Le microalghe bentoniche sono forme di vita unicellulare appartenenti al gruppo delle alghe, vivono adese su superfici solide sommerse. Le classi algali che rappresentano le microalghe bentoniche sono le diatomee, i cianobatteri, le dinoflagellate. L'analisi è finalizzata alla ricerca delle specie tossiche.



#### 4. ANALISI DEI RISULTATI

I risultati presentati sono riferiti a prelievi e rilievi effettuati nell'anno 2009, da gennaio a novembre. Avverse condizioni meteo non hanno permesso le uscite in mare del mese di dicembre, pertanto è stato deciso, in accordo con il referente regionale, di proseguire i prelievi nelle quattro aree, anche nei primi due mesi dell'anno 2010.

La campagna di monitoraggio sui quattro transetti della Rete Regionale ha portato all'acquisizione di 576 dati meteo marini, 528 dati analitici con la sonda multiparametrica e al prelievo di: 88 campioni di acqua, 44 di fitoplancton, 44 di zooplancton, 12 di sedimento, 8 di biota, 16 di benthos e 12 campioni di acqua per la ricerca delle microalghe bentoniche.

##### 4.1 ACQUA

I campioni della matrice acqua prelevati in superficie, sono stati analizzati mensilmente per la determinazione dei nutrienti e nei mesi di maggio, giugno, ottobre e novembre per la determinazione degli inquinanti chimici.

I dati analitici rilevati in campo e in laboratorio, sono stati elaborati ed analizzati.

- DATI RILEVATI IN CAMPO

Nella tabella seguente sono riportati valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard dei vari parametri acquisiti in campo.

**Temperatura acqua (°C)**

	media	mediana	minimo	massimo	Dev. Std
<b>GU01</b>	17,70	19,41	8,20	28,76	6,34
<b>GU03</b>	17,62	19,11	8,06	28,64	6,41
<b>PE04</b>	17,44	18,27	7,76	28,17	6,25
<b>PE06</b>	17,46	18,34	8,03	27,81	6,20
<b>OR07</b>	17,52	18,70	7,98	27,69	6,36
<b>OR09</b>	17,57	18,09	7,70	27,65	6,50
<b>VA10</b>	17,49	18,05	7,86	27,77	6,31
<b>VA12</b>	16,68	18,31	8,31	27,96	6,09

**Concentrazione idrogenionica (unità pH)**

media	mediana	minimo	massimo	Dev. Std
8,04	8,01	7,93	8,16	0,08
8,01	8,02	7,83	8,12	0,09
8,03	8,06	7,75	8,25	0,14
8,00	8,01	7,85	8,09	0,09
8,01	7,99	7,86	8,19	0,09
7,98	7,99	7,70	8,09	0,11
8,04	8,01	7,90	8,25	0,11
7,99	7,98	7,58	8,25	0,17

**Trasparenza (m)**

	media	mediana	minimo	massimo	Dev. Std
<b>GU01</b>	2,64	2,50	1,50	4,50	0,98
<b>GU03</b>	4,64	4,00	2,00	7,00	2,12
<b>PE04</b>	3,59	3,50	1,00	5,00	1,07
<b>PE06</b>	6,00	5,00	1,50	13,00	4,02
<b>OR07</b>	3,95	4,50	1,00	6,00	1,85
<b>OR09</b>	5,91	5,00	1,50	12,00	3,56
<b>VA10</b>	3,95	5,00	0,50	6,00	1,88
<b>VA12</b>	7,19	6,00	0,60	15,00	4,33

**Salinità (PSU)**

	media	mediana	minimo	massimo	Dev. Std
	35,09	34,65	32,42	37,49	1,60
	35,31	35,27	32,46	37,54	1,59
	34,91	35,56	30,31	37,75	2,34
	35,40	35,80	30,80	37,83	2,03
	35,66	35,59	33,13	38,13	1,44
	35,56	34,73	34,02	38,10	1,43
	35,50	35,24	32,49	38,24	1,67
	35,32	35,49	31,41	38,13	2,18

**Ossigeno disciolto (% sat.)**

	media	mediana	minimo	massimo	Dev. Std
<b>GU01</b>	102,78	101,68	88,49	120,00	10,95
<b>GU03</b>	103,04	102,56	87,95	120,58	11,30
<b>PE04</b>	103,60	103,87	87,52	123,16	11,42
<b>PE06</b>	103,54	103,26	85,71	122,60	11,53
<b>OR07</b>	102,27	101,55	93,03	117,41	6,75
<b>OR09</b>	102,16	102,37	89,91	116,36	7,30
<b>VA10</b>	101,45	101,23	91,43	117,46	7,52
<b>VA12</b>	99,43	99,66	91,36	108,21	4,99

**Clorofilla ( $\mu\text{g/L}$ )**

	media	mediana	minimo	massimo	Dev. Std
	0,40	0,32	0,16	1,02	0,30
	0,33	0,27	0,11	1,22	0,32
	0,36	0,32	0,11	0,69	0,20
	0,33	0,27	0,09	0,77	0,22
	0,49	0,43	0,15	0,97	0,27
	0,41	0,30	0,13	1,05	0,27
	0,35	0,24	0,12	1,14	0,29
	0,29	0,21	0,06	0,79	0,23

Tabella 4: Valori medi, mediana, minimo, massimo, deviazione standard (SD) dei parametri acquisiti nelle acque di superficie nell'anno 2009 per tutte le stazioni.

**TEMPERATURA**

In superficie il valore medio annuo più alto si è registrato a GU03 (17,70 °C) mentre il valore più basso a VA12 (16,68 °C); i valori mensili evidenziano un minimo di 7,70 °C a febbraio (staz OR09) e un massimo di 28,64 °C ad agosto (staz GU03).

L'andamento dei valori mensili di temperatura misurata in superficie è riportato in Fig.2

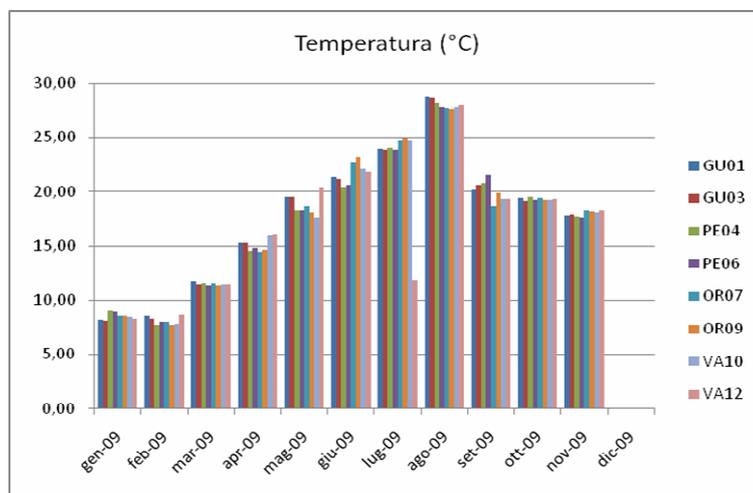


Fig.2 Valori mensili di Temperatura dell'acqua in superficie

### TRASPARENZA

I valori di trasparenza sono compresi tra un massimo di 15 m, rilevato a luglio presso la stazione VA12 e un minimo pari a 0,5 m rilevato nella stazione VA10 nel mese di febbraio.

In Fig. 3 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.

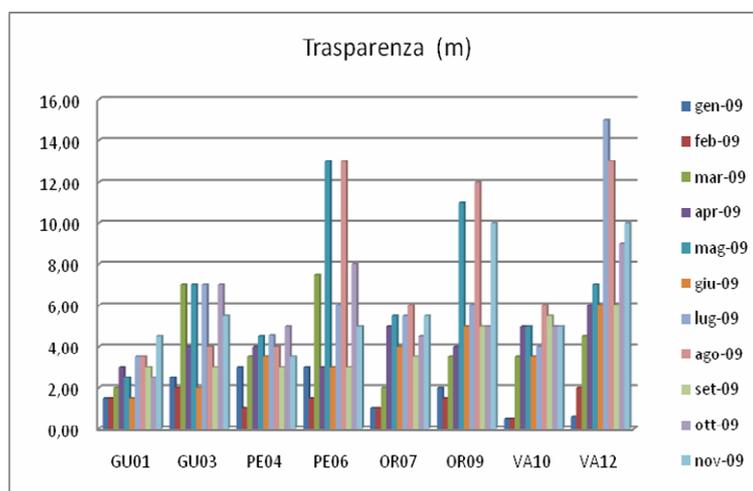


Fig. 3 Andamento medio della trasparenza



### *SALINITA'*

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 30,31‰ (stazione PE04 nel mese di aprile) ed il valore massimo di 38,24 ‰ (stazione VA10 nel mese di novembre).

In Fig. 4 si riporta l'andamento delle salinità mensili, registrate in superficie presso le stazioni monitorate.

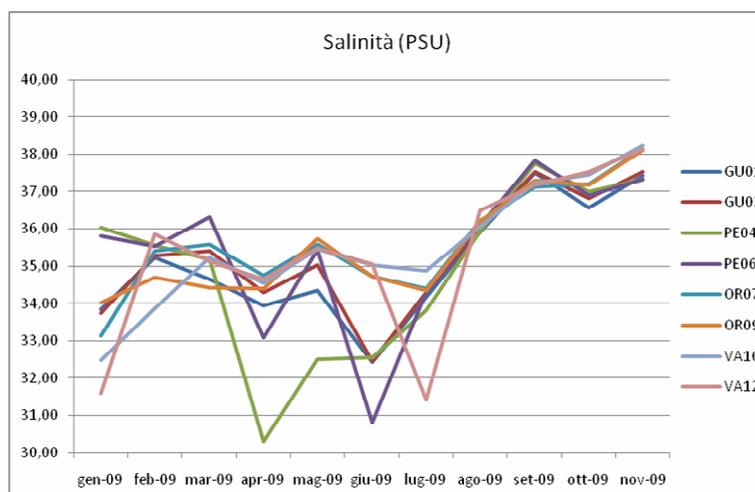


Fig. 4 Andamento delle salinità mensili

### *CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA*

Rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio in superficie pari a 8,01 unità di pH, un massimo di 8,25 (staz. PE04 e VA10 a febbraio) ed un minimo di 7,58 (staz. VA12 a luglio). In figura 5 si riporta la distribuzione dei valori medi mensili di pH calcolati in superficie.

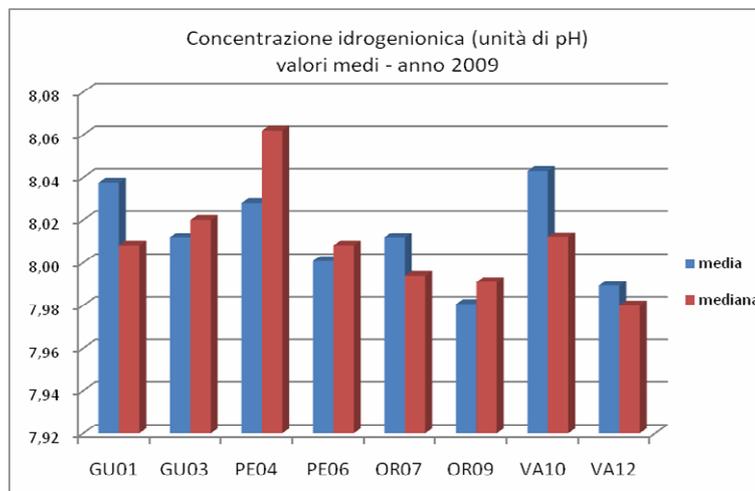


Fig.5 Distribuzione dei valori medi mensili di pH.

*OSSIGENO DISCIOLTO*

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 102,28 % con un minimo di 85,71 % alla staz. PE06 a settembre ed un massimo di 123,16 % alla staz. PE06 a giugno. In figura 6 si riporta la distribuzione dei valori medi mensili di ossigeno disciolto misurato in superficie

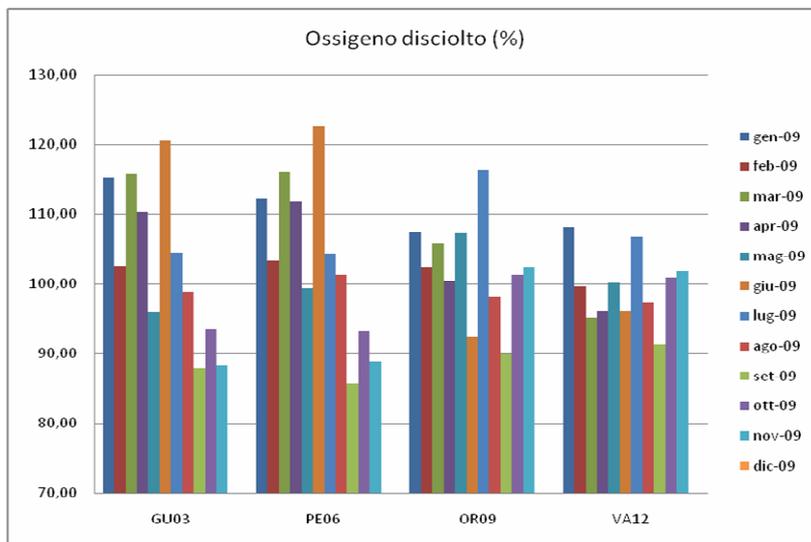


Fig.6 Distribuzione dei valori medi mensili di ossigeno disciolto.



### CLOROFILLA "a"

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla a, misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0,37 µg/L, con un valore minimo pari a 0.06 µg/L alla staz. VA12 ad agosto ed un massimo di 1,22 µg/L rilevato a gennaio alla staz. GU03.

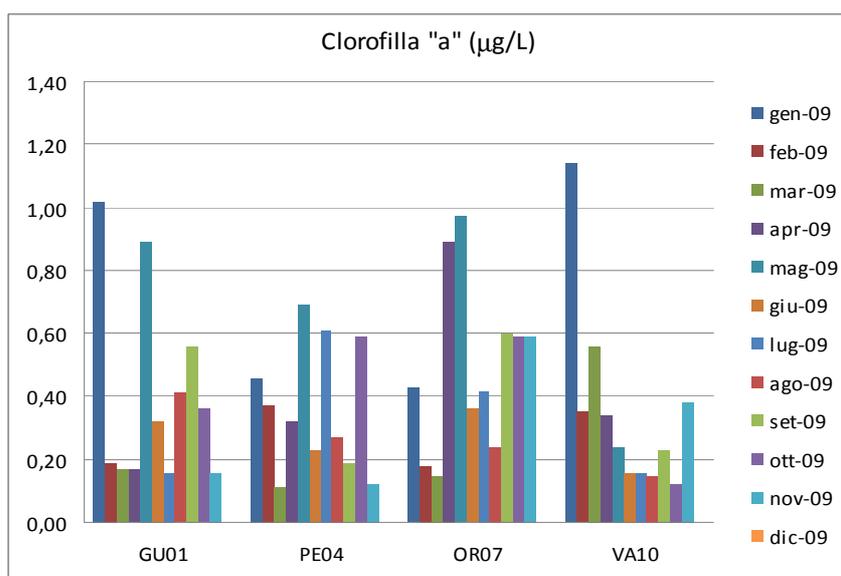


Fig. 7. Distribuzione dei valori di clorofilla a rilevati in superficie.

- NUTRIENTI

### AMMONIACA

In superficie la concentrazione media annua di ammoniaca è stata pari a 0,18 µg/L con molti valori inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (0,01 µmoli/L) ed un valore massimo di 1,12 µg/L nella staz. PE04 ad ottobre.

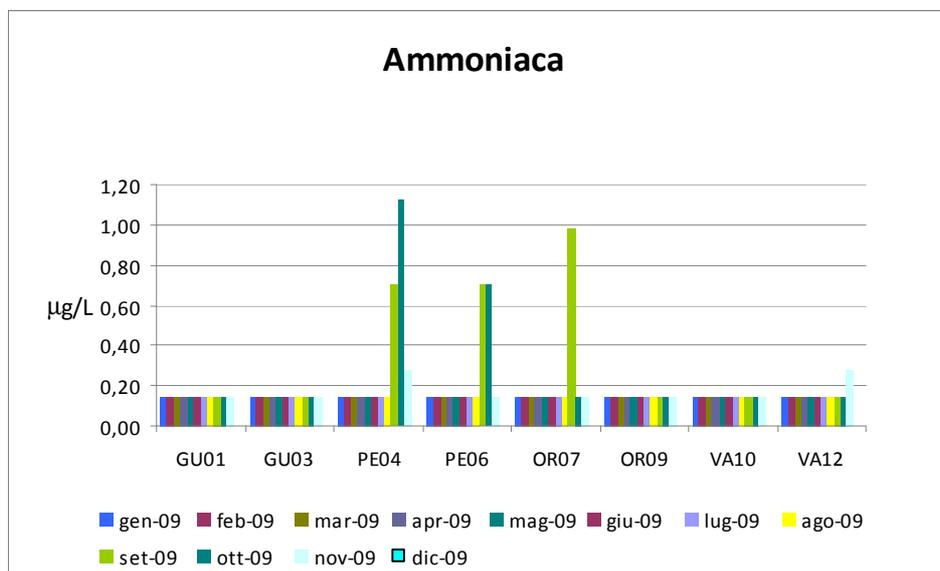


Fig. 8 Distribuzione dei valori di ammoniaca rilevati in superficie.

### NITRATI

In superficie la concentrazione media del nitrato è di 93,36 µg/L, con un valore minimo di 5,74 µg/L nella staz. PE06 a novembre ed un valore massimo di 315,28 µg/L nella staz. VA10 a gennaio.

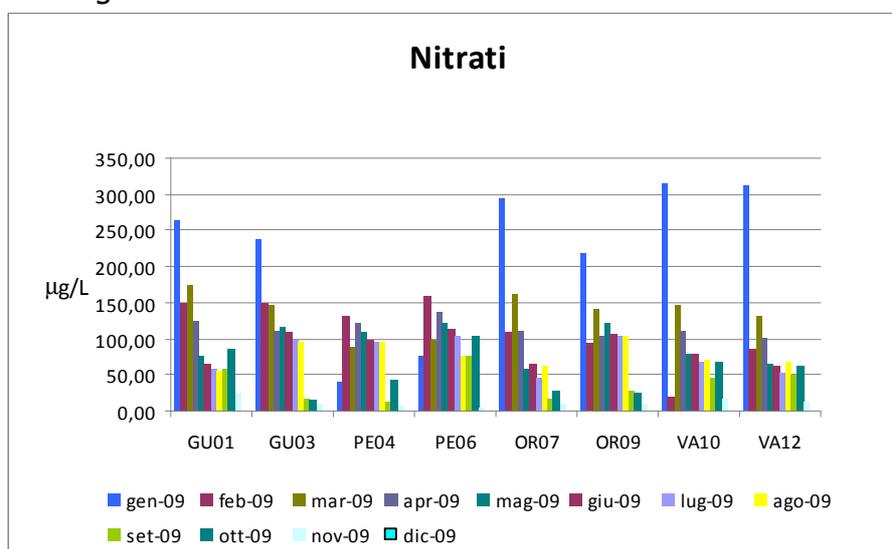


Fig. 9. Distribuzione dei valori di nitrati rilevati in superficie.



### NITRITI

In superficie la concentrazione media dei nitriti è di 4,71 µg/L con un valore minimo di 0,28 µg/L ed un valore massimo di 23,24 µg/L nella staz. GU01 a gennaio.

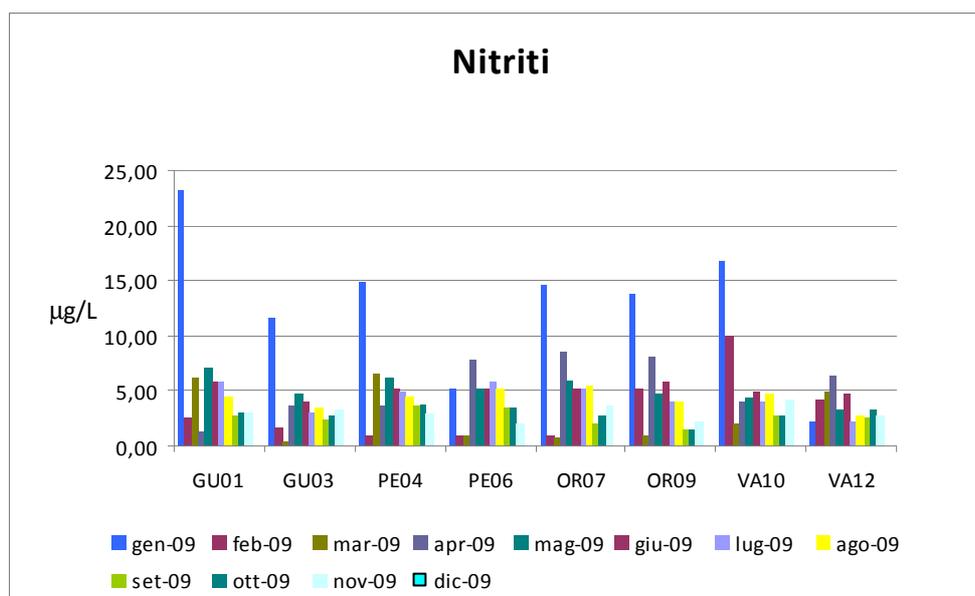


Fig. 10. Distribuzione dei valori di nitriti rilevati in superficie.

### AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 279,81 µg/L, con un valore minimo pari a 135,10 µg/L alla stazione VA12 a novembre ed un valore massimo di 737,80 µg/L nella stazione VA12 a gennaio.

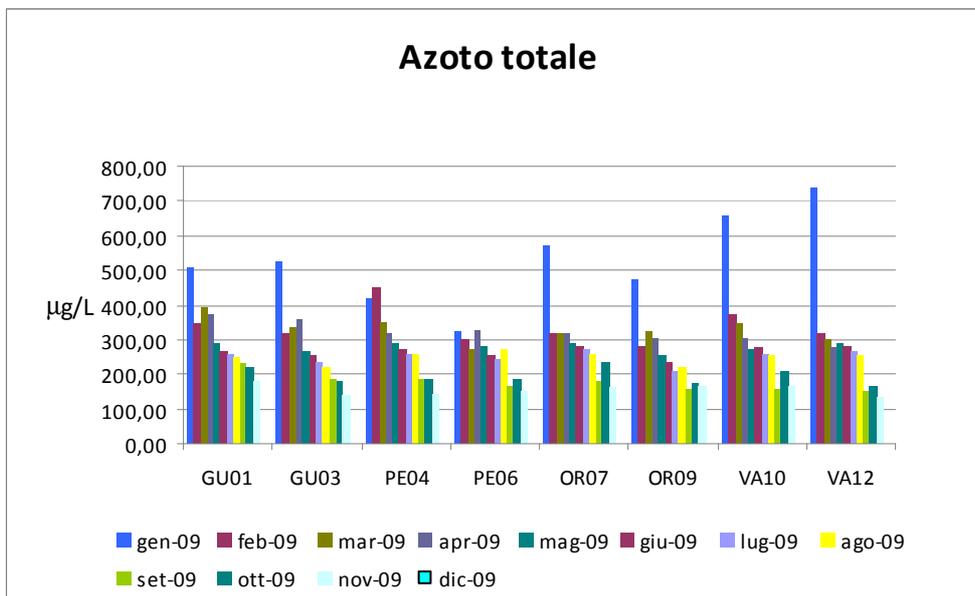


Fig. 11. Distribuzione dei valori di azoto totale rilevati in superficie.

### FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 18,73 µg/L con un massimo di 54,87 µg/L (staz. GU01 ad ottobre) ed un minimo di 3,72 µg/L nella staz. PE04 a novembre.

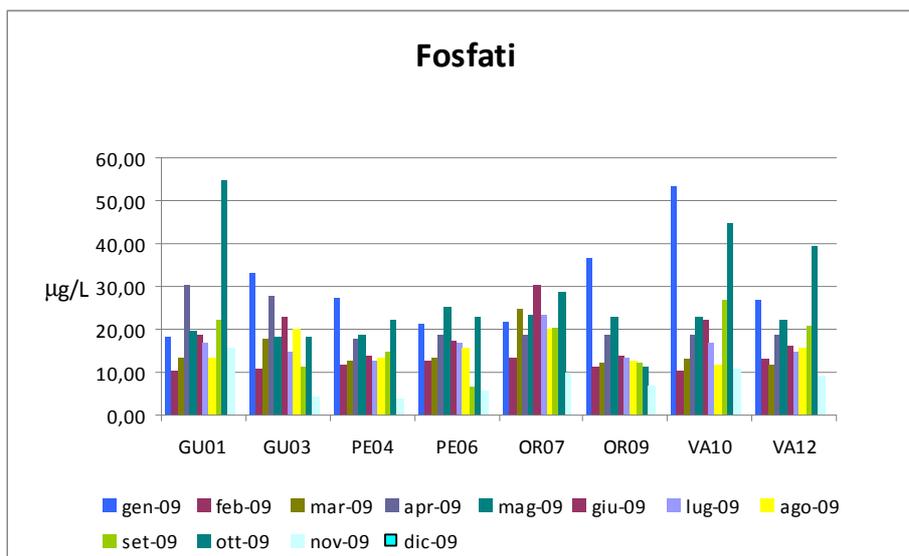


Fig. 12. Distribuzione dei valori di fosfati totale rilevati in superficie.



### FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 49,65 µg/L con un massimo di 132,68 µg/L (staz. VA10 a settembre) ed un minimo di 31,31 µg/L nella staz. VA12 a novembre.

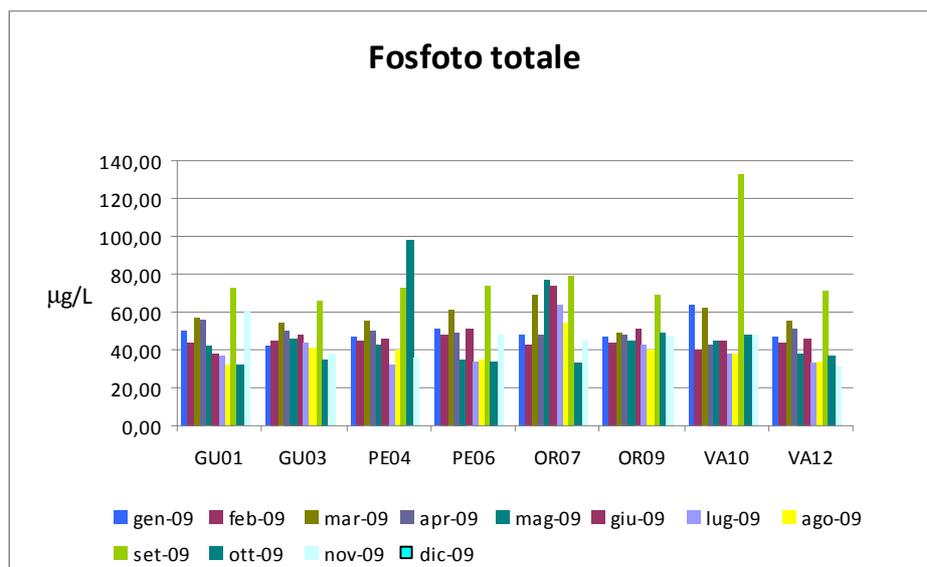


Fig. 13. Distribuzione dei valori di fosfati totale rilevati in superficie.

### SILICATI

In superficie la concentrazione media di silicati è di 341,07 µg/L con un massimo di 1231,20 µg/L (staz. VA12 a gennaio) ed un minimo di 42 µg/L a OR07 a marzo.

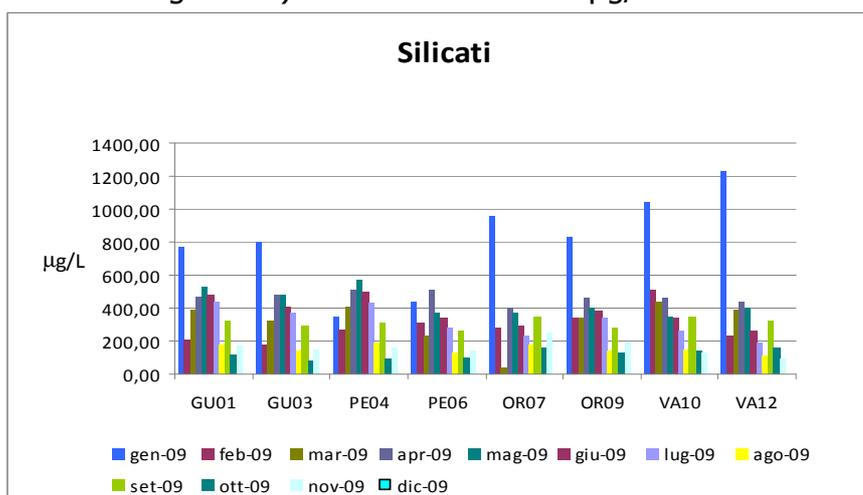


Fig. 14. Distribuzione dei valori dei silicati totali rilevati in superficie.



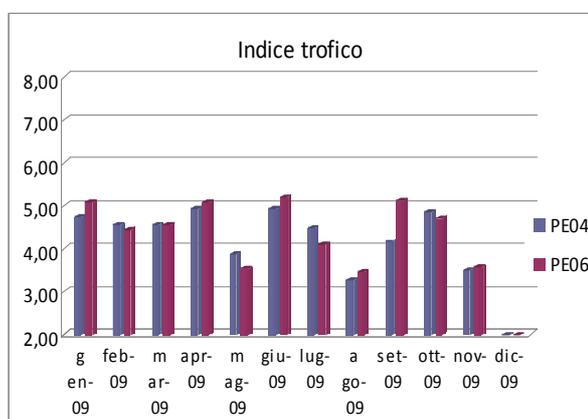
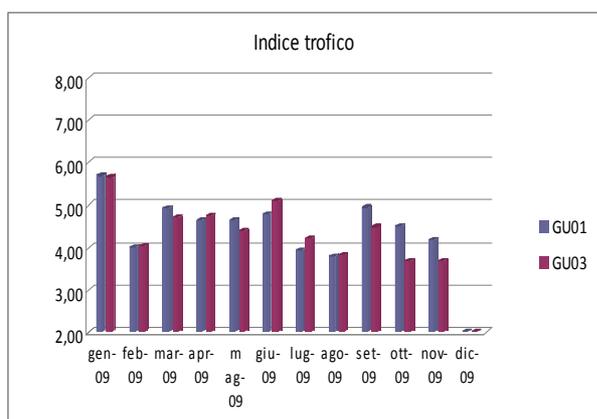
### INDICE TROFICO TRIX

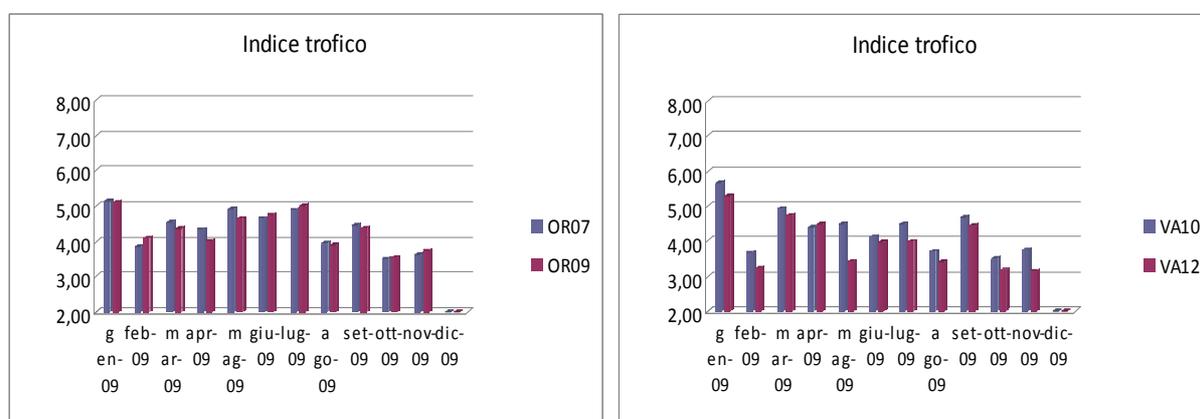
I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla "a" misurata in campo, evidenziano per le acque di superficie un valore medio annuale di indice trofico Trix pari di 4,38 per la fascia a 500 m dalla costa e un valore di 4,27 per la fascia a 3000 m dalla costa; entrambi corrispondono ad uno stato trofico "buono".

I dati ottenuti sono riepilogati nella tab. 5 e nei grafici che seguono.

	gen-09	feb-09	mar-09	apr-09	mag-09	giu-09	lug-09	ago-09	set-09	ott-09	nov-09	dic-09
<b>GU01</b>	5,69	4,02	4,93	4,66	4,65	4,78	3,92	3,80	4,95	4,49	4,17	-
<b>GU03</b>	5,66	4,04	4,70	4,76	4,40	5,09	4,21	3,84	4,48	3,68	3,70	-
<b>PE04</b>	4,72	4,54	4,54	4,92	3,87	4,92	4,48	3,25	4,15	4,85	3,49	-
<b>PE06</b>	5,07	4,44	4,53	5,07	3,53	5,18	4,08	3,45	5,13	4,71	3,58	-
<b>OR07</b>	5,14	3,85	4,53	4,34	4,91	4,66	4,89	3,94	4,45	3,50	3,61	-
<b>OR09</b>	5,11	4,10	4,35	4,01	4,65	4,75	5,01	3,90	4,37	3,54	3,74	-
<b>VA10</b>	5,65	3,67	4,92	4,39	4,49	4,13	4,49	3,71	4,67	3,50	3,76	-
<b>VA12</b>	5,29	3,24	4,73	4,50	3,42	3,97	3,98	3,40	4,45	3,19	3,16	-

Tab.5 Valori relativi al TRIX calcolato mensilmente per tutte le stazioni.





In particolare dalla Fig. 15 si osserva che il transetto di Giulianova presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,48 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (GU01) si registra un valore massimo di 5,69 a gennaio e un valore minimo di 3,80 ad agosto; mentre nella stazione a 3000 m (GU03) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,66 a gennaio e un valore minimo di 3,68 ad ottobre.

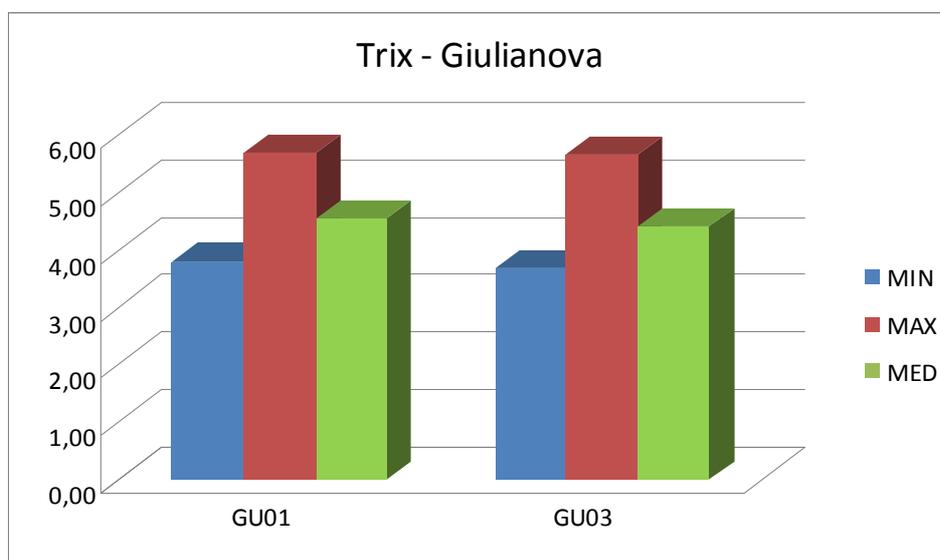


Fig. 15. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Giulianova

Per il transetto di Pescara si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,39 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (PE04) si registra un valore massimo di



4,92 a giugno e un valore minimo di 3,25 ad agosto; mentre nella stazione a 3000 m (PE06) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,18 a giugno e un valore minimo di 3,45 ad agosto.

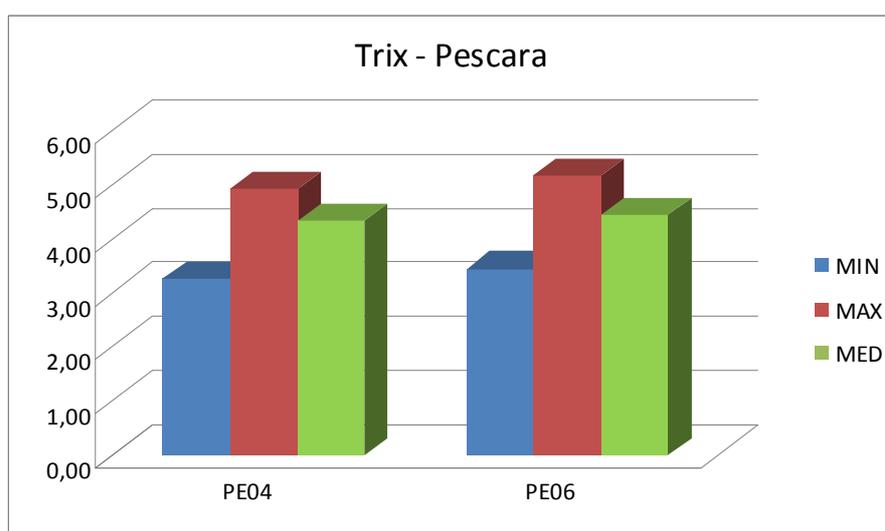


Fig. 16. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Pescara  
 Nel transetto di Ortona si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,33 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (OR07) si registra un valore massimo di 5,14 a gennaio e un valore minimo di 3,50 ad ottobre; mentre nella stazione a 3000 m (OR09) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,11 a gennaio e un valore minimo di 3,54 ad ottobre.

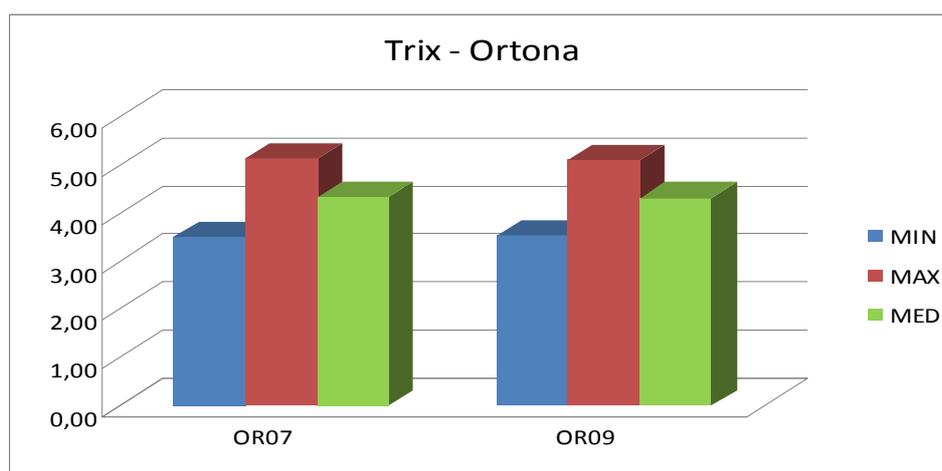


Fig. 17. Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Ortona



Il transetto di Vasto presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 4,12 (*stato trofico "buono"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 5,65 a gennaio e un valore minimo di 3,50 ad ottobre; mentre nella stazione a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 5,29 a gennaio e un valore minimo di 3,16 a novembre.

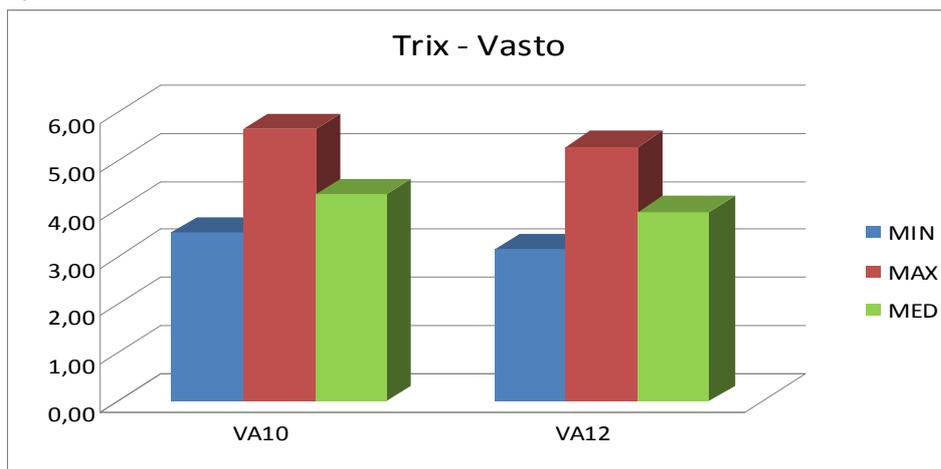


Fig. 18 Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Vasto

- INQUINANTI CHIMICI

Tutti i risultati degli inquinanti chimici determinati sui campioni di acqua prelevati nei mesi di maggio, giugno e novembre sono riportati in tabella tra gli allegati.

I valori di IPA, PCB e Pesticidi sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità. Di seguito sono riportati invece i risultati dei metalli con valori spesso diversi dai limiti di rilevabilità ma comunque sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 96/09.



µg/L	GU01				PE04				DM 56/09 tab 1/A- 1/B
	mag-09	giu-09	ott-09	nov-09	mag-09	giu-09	ott-09	nov-09	
<b>As</b>	4	3	2	2	< 2	2	< 2	4	5,0
<b>Cd</b>	<0,025	0,035	0,042	0,054	<0,025	0,058	0,052	0,047	0,2
<b>Cr</b>	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	4,0
<b>Hg</b>	0,010	0,010	0,008	0,006	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	0,01
<b>Ni</b>	<0,25	1,22	0,96	1,28	<0,25	1,37	1,65	0,85	20
<b>Pb</b>	1,5	7,0	1,2	1,4	<0,1	3,2	1,8	0,9	7,2
µg/L	OR07				VA10				DM 56/09 tab 1/A- 1/B
	mag-09	giu-09	ott-09	nov-09	mag-09	giu-09	ott-09	nov-09	
<b>As</b>	<2	4	-	< 2	<2	< 2	-	< 2	5,0
<b>Cd</b>	<0,025	0,053	-	0,044	<0,025	0,123	-	0,039	0,2
<b>Cr</b>	< 2	< 2	-	< 2	< 2	< 2	-	< 2	4,0
<b>Hg</b>	<0,005	0,010	-	<0,005	<0,005	0,007	-	<0,005	0,01
<b>Ni</b>	<0,25	3,60	-	0,79	2,17	1,36	-	0,89	20
<b>Pb</b>	<0,1	3,1	-	5,9	2,1	4,7	-	1,6	7,2

Gli andamenti sono riportati nelle figure che seguono, tranne per il cromo che è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità.

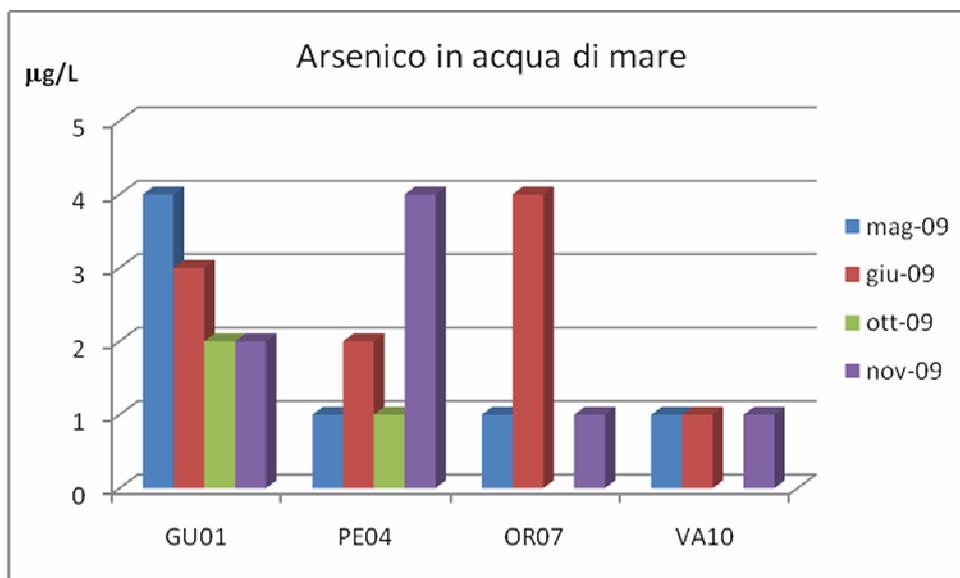


Fig. 19 Andamento dell'arsenico nelle quattro stazioni

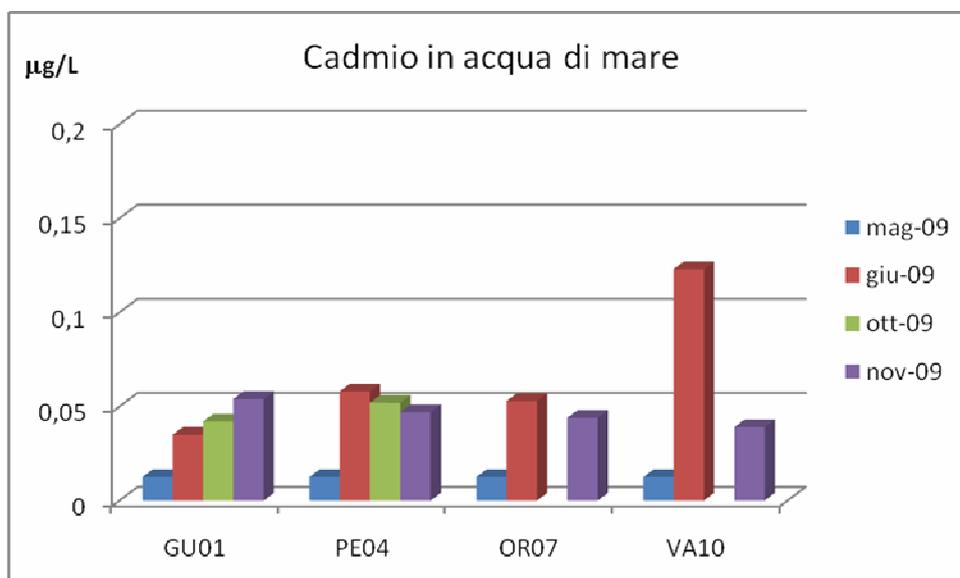


Fig. 20 Andamento del cadmio nelle quattro stazioni

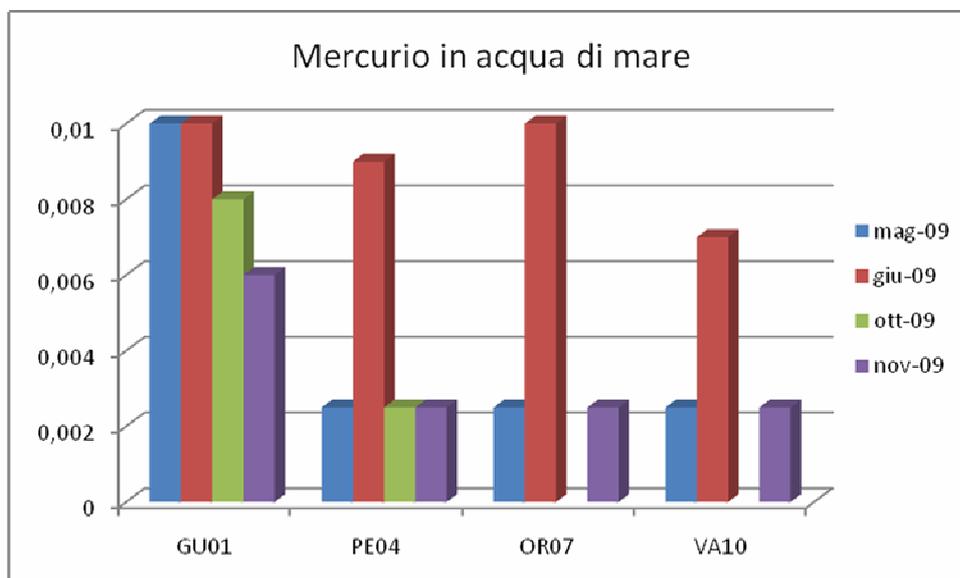


Fig. 21 Andamento del mercurio nelle quattro stazioni

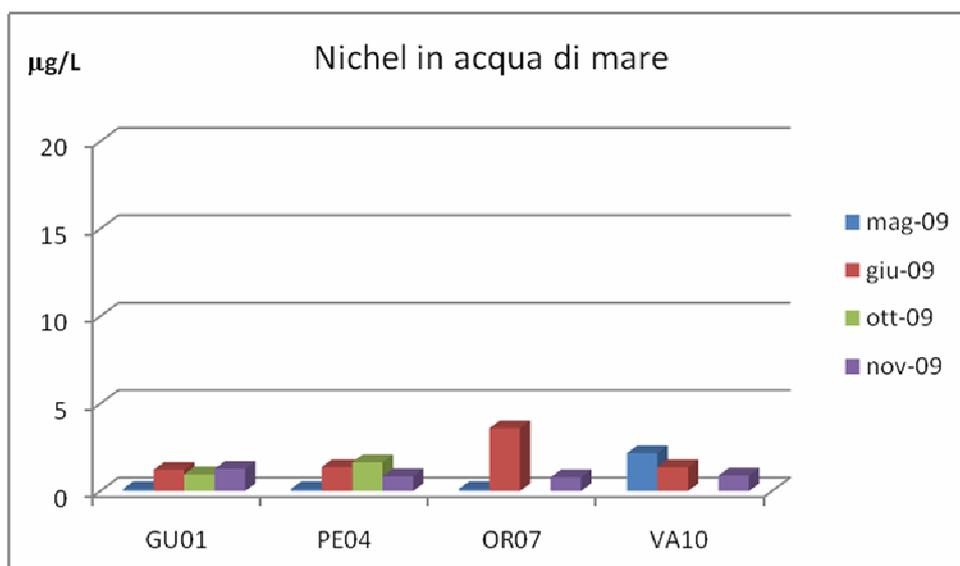


Fig. 22 Andamento del nichel nelle quattro stazioni

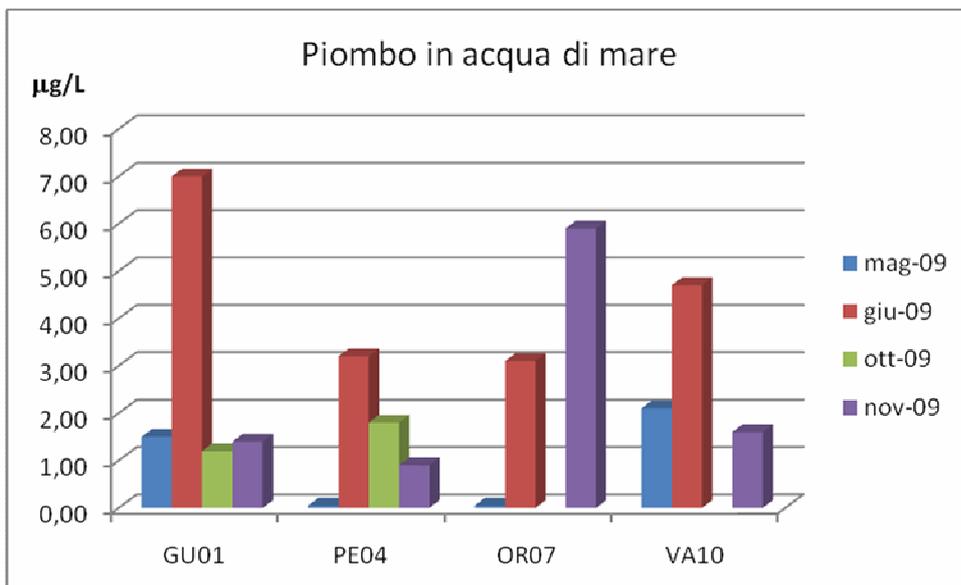


Fig. 23 Andamento del piombo nelle quattro stazioni



### 4.1.1 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite su campioni prelevati nelle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa.

Nella fig. 17 vengono riportati gli andamenti per le abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoflagellate e per il gruppo Altro fitoplancton. Dal confronto si nota come il fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee mentre è irrilevante il contributo della classe delle Dinoflagellate.

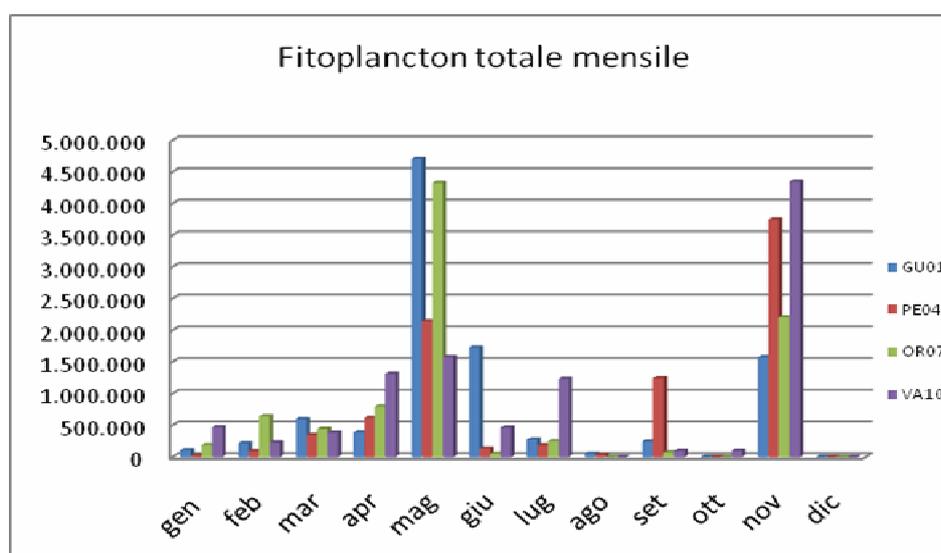
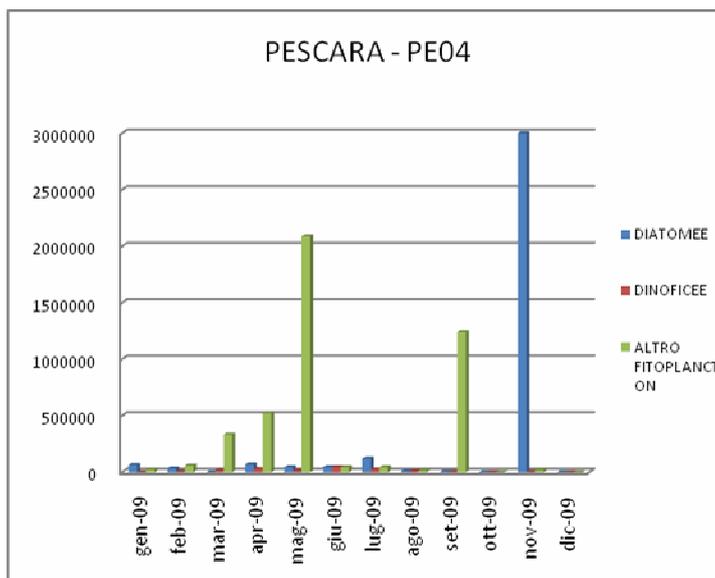
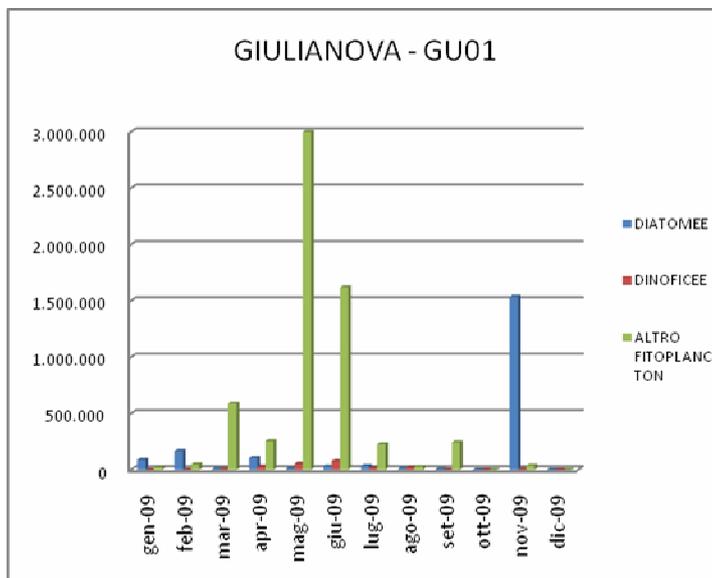


Fig. 24 : Valori medi delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) nelle stazioni a 500 m dalla costa.

Dal grafico si evidenzia la distribuzione delle abbondanze fitoplanctoniche caratterizzato da valori crescenti a partire dalla primavera con l'aumento di temperatura delle acque costiere, (valori massimi a maggio, 4.704.175 c/L, soprattutto nella stazione GU01) e un minimo assoluto di 22.160 c/L a gennaio nella stazione PE04.



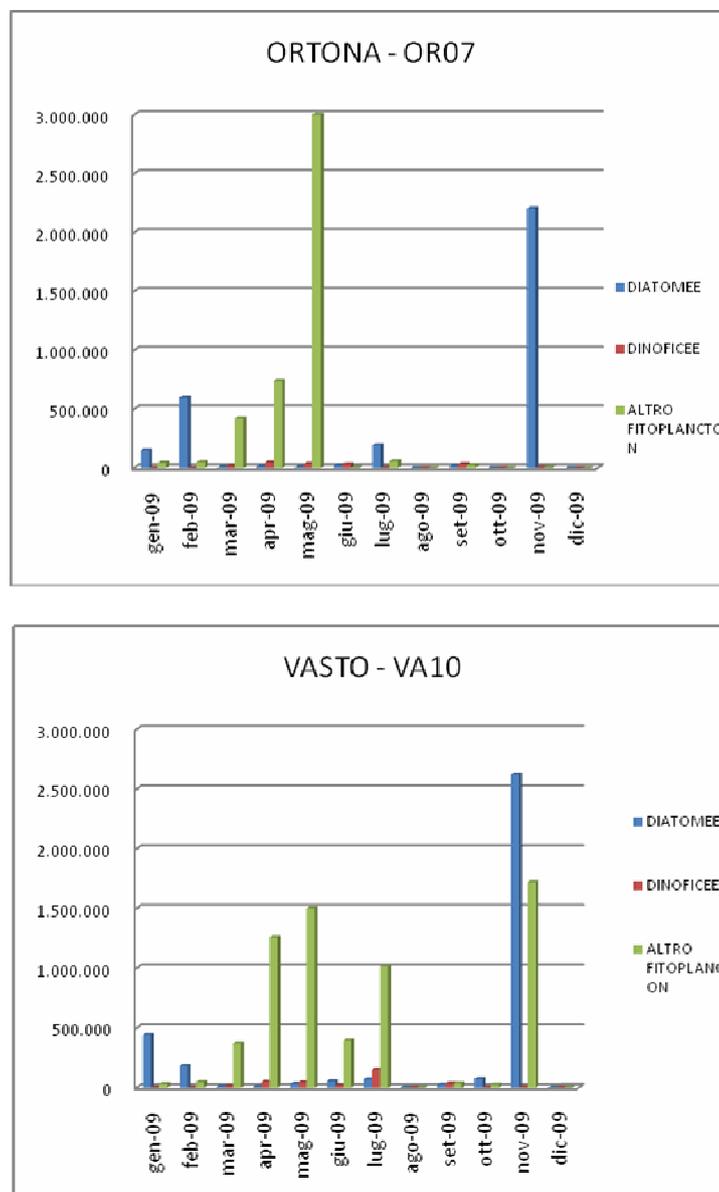


Fig. 25: Andamenti mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) per ogni stazione

In tutte le stazioni le Diatomee sono maggiormente presenti a novembre, (fioritura di *A. glacialis*), le Dinoficee sono maggiormente presenti a luglio, soprattutto nella stazione di Pescara, l'altro fitoplancton è costantemente rappresentato dalle Cryptoficee soprattutto nel periodo aprile-giugno.



Nell'anno 2009 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

<b>DIATOMEE</b>
Asterionellopsis glacialis
+-
Bacteriastrum sp.
Cerataulina pelagica
Cerataulina sp.
Chaetoceros curvisetus
Chaetoceros danicus
Chaetoceros socialis
Chaetoceros sp.
Coscinodiscus sp.
Cylindrotheca closterium
Dactyliosolen sp.
Ditylum brightwellii
Guinardia flaccida
Guinardia striata
Hemiaulus sp.
Lauderia annulata
Leptocylindrus danicus
Leptocylindrus sp.
Licmophora flabellata
Licmophora gracilis
Lioloma pacificum
Lioloma sp.
Navicula sp.
Nitzschia longissima
Pleurosigma elongatum
Pleurosigma normanii
Proboscia alata
Pseudo-nitzschia spp. N. s. C.
Pseudo-nitzschia spp. N. d. C.
Rhizosolenia robusta



Rhizosolenia setigera
Rhizosolenia sp.
Skeletonema costatum
Skeletonema menzeli
Skeletonema sp.
Thalassionema frauenfeldii
Thalassionema nitzschioides
Thalassionema sp.
Thalassiosira rotula
Thalassiosira sp.

<b>DINOFLAGELLATE</b>
Akashiwo sanguinea
Ceratium candelabrum
Ceratium furca
Ceratium fusus
Ceratium lineatum
Ceratium trichoceros
Ceratium tripos
Cisti indet.
Dinophysis caudata
Dinophysis rotundata
Dinophysis sacculus
Diplopsalis group
Gonyaulax fragilis
Gonyaulax spinifera
Gymnodinium sp.
Gyrodinium fusiforme
Gyrodinium sp.
Heterocapsa sp.
Katodinium glaucum
Katodinium sp.
Kofooidinium velloides
Noctiluca scintillans



Peridinium quinquecorne
Podolampas sp.
Prorocentrum lima
Prorocentrum micans
Prorocentrum sp.
Protoperidinium diabolium
Protoperidinium divergens
Protoperidinium sp.
Pselodinium vaubanii
Scripsiella sp.
Torodinium robustum
Torodinium sp.
Warnowia sp.
<b>ALTRO FITOPLANCTON</b>
Altro fitoplancton indet.
Chattonella sp.
Chrysophyceae indet.
Coccolitoforidi indet.
Cryptophyceae indet.
Dictyocha sp.
Euglena sp.
Eutreptia ianowii
Eutreptia sp.
Fibrocapsa japonica
Prasinophyceae indet.
Raphidophyceae indet.

Durante l'anno di osservazione lungo tutta la costa sono stati rinvenuti 87 taxa, di cui 80 determinate a livello di genere o specie e 7 a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

- Diatomee 40 (46,0%)
- Dinoflagellate 35 (40,2%)
- Altro fitoplancton 12 (13,8%).



#### 4.1.1.1 MICROALGHE TOSSICHE BENTONICHE

La ricerca di microalghe tossiche bentoniche è stata effettuata durante i mesi di giugno – luglio – agosto e in quattro stazioni individuate in corrispondenza degli scogli frangiflutti degli stessi transetti; sono stati prelevati 24 campioni di acqua in profondità e di macroalghe presenti sulle rocce mediante immersione di un operatore subacqueo e secondo quanto previsto dalle linee guida: “Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* lungo le coste italiane” prodotte da ISPRA. Negli stessi punti di campionamento sono stati effettuati:

n. 288 acquisizioni dati meteomarini, n. 120 dati analitici da sonda multiparametrica, n. 168 dati chimici di nutrienti.

Di seguito si riporta la lista delle specie prioritarie di riferimento ricercate:

<b>Microalghe bentoniche</b>
Alexandrium ostenfeldii
Coolia monotis
Gambierdiscus toxicus
Ostreopsis lenticularis
Ostreopsis mascarenensis
Ostreopsis ovata
Ostreopsis siamensis
Prorocentrum lima

Tutti i campioni analizzati hanno dato esito negativo; pertanto nessuna delle alghe presenti nella lista sono state ritrovate né nei campioni di acqua né nei campioni di macroalga.

## 4.2 MESOZOOPLANCTON

Le analisi relative al mesozooplancton sono eseguite su campioni prelevati nelle stazioni a 500 m di distanza dalla costa e nel 2009 sono stati prelevati 42 campioni.

Per quanto concerne il mesozooplancton totale, l'intervallo di variazione delle abbondanze è risultato compreso tra un minimo assoluto di 290 individui/m<sup>3</sup> (stazione PE04 nel mese di aprile) ed un massimo assoluto pari a 20.014 individui/m<sup>3</sup> (stazione VA10 nella campagna di giugno).

Nella figura 19 sono riportati gli andamenti per le abbondanze di mesozoo plancton totale, della classe dei Cladoceri, dei Copepodi e per il gruppo Altro mesozooplancton.

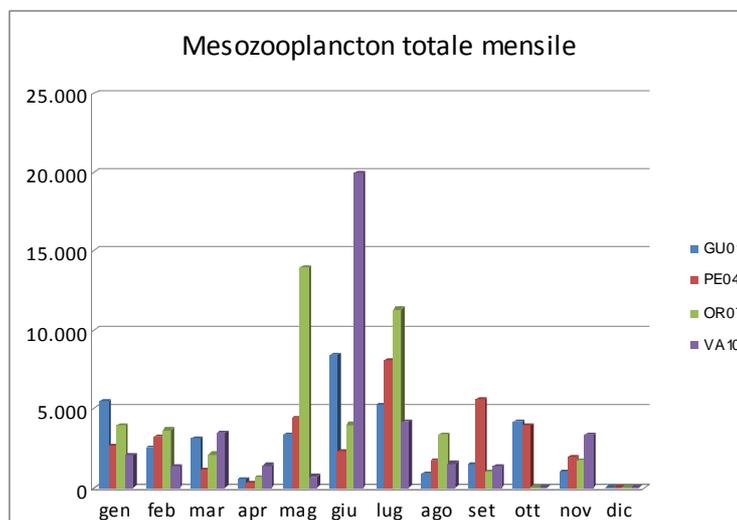


Fig. 26: Valori medi delle abbondanze zooplanctoniche (n/mc) nelle stazioni a 500 m dalla costa.

Nell'anno 2009 l'elenco dei taxa identificati è il seguente:

<b>CLADOCERI</b>
Evadne spinifera
Evadne tergestina
Penilia avirostris
Podon polyphemoides
Podon sp
<b>COPEPODI</b>
Acartia clausi
Copepoditi Acartiidae indet.
Calanoida indet
Calanoida indet.Copepoditi
Calanus sp.
Calanus helgolandicus
Centropages copepoditi
Centropages ponticus
Centropages typicus
Corycaeus sp
Euterpina acutifrons

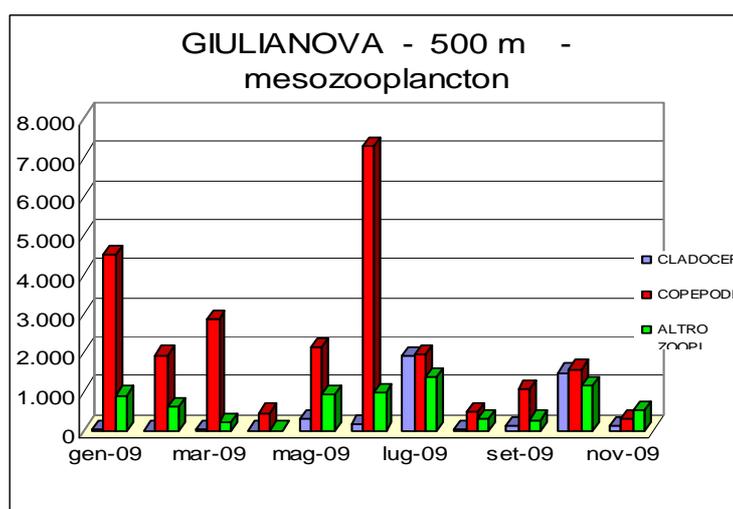


Farranula sp
Isias sp.
Mecynocera clausi
Microsetella sp
Oithona copepoditi
Oithona sp
Oithona similis
Oncaea sp
Paracalanus parvus
Paracalanus sp
Temora stylifera
Temora stylifera copepoditi
Temoridae copepoditi
<b>ALTRO ZOOPLANCTON</b>
Appendicularia indet
Bivalvia larve
Cirripedia larve
Crustacea larve
Crustacea indet.
Echinodermata larve
Gastropoda larve
Gastropoda indet.
Larve indet
Medusae indet
Mollusca indet
Naupli indet.
Obelia sp.
Ostracoda indet
Pisces larve
Pisces uova
Polychaeta larve indet.
Sagitta sp
Siphonophora indet
Uova indet



Sono stati rinvenuti 49 taxa identificate a livello di classe o di entità non determinate; sono così ripartiti:  
 Cladoceri 5 (10,2%)  
 Copepodi 24 (49,0%)  
 Altro mesozooplancton 20 (40,8%)

Dai grafici riportati di seguito si può osservare che nella stazione di Giulianova c'è stato un andamento abbastanza uniforme di copepodi durante tutto l'anno con un picco durante il mese di gennaio ed uno più marcato nel mese di giugno. Un netto aumento di copepodi è stato osservato anche nella stazione di Ortona nel mese di maggio. Nella stazione di Pescara dove sono stati individuati copepodi quasi durante tutto l'arco dell'anno sempre a concentrazioni abbastanza elevate, si è osservato un netto aumento di cladoceri nel mese estivo di luglio non evidenziato nelle altre stazioni ad eccezione del transetto di Vasto che presenta un netto e significativo aumento di copepodi nel mese di giugno.



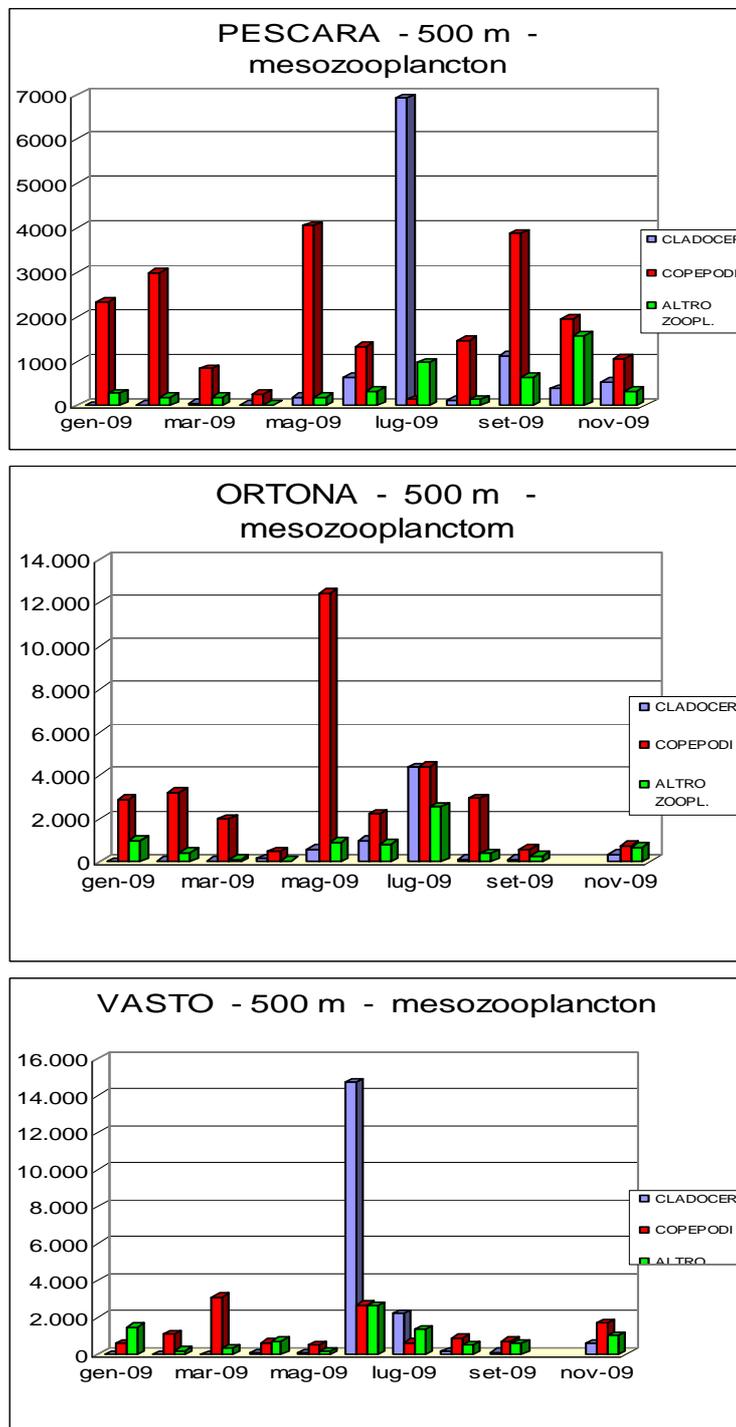


Fig. 27: Andamento mensile delle abbondanze zooplanctoniche (n/mc) per ogni stazione.



### 4.3 MACROBENTHOS

Nel corso del 2009 sono state realizzate due campagne per lo studio delle comunità macrozoobentoniche di fondi sabbiosi e fangosi, la prima campagna è stata effettuata nel mese di aprile e la seconda nel mese di ottobre; nel secondo semestre sono stati campionati solo i transetti di Giulianova e Pescara, avverse condizioni meteo non hanno permesso il campionamento degli altri due transetti di Ortona e Vasto.

#### *Struttura delle comunità bentoniche di substrato mobile*

Le stazioni a fondale sabbioso sono posizionate in prossimità della costa (GU01, PE04, OR07, VA10); di fatto proprio per la loro localizzazione risentono in modo maggiore dei fattori climatici (temperature) e degli apporti da terra (salinità) e quindi risultano soggette e evidenti fluttuazioni in termini di numero di specie e abbondanze.

#### *Stazioni a fondale fangoso*

Queste stazioni sono posizionate generalmente oltre i 3000 m dalla costa (GU03, PE06, OR09, VA12); non sono pertanto direttamente influenzati da apporti fluviali, le caratteristiche fisico chimiche dell'acqua (temperatura, salinità) risultano più omogenee durante l'anno, mentre il fattore più importante per le comunità presenti è rappresentato dalla disponibilità di ossigeno.

Gli esemplari di macrofauna campionati per lo studio delle comunità bentoniche di fondo mobile sono stati identificati, laddove possibile, sino a livello di specie e contati.

Il numero di specie e quello degli individui contati per ogni specie, sono stati utilizzati per il calcolo di: *indice di ricchezza specifica*, *indice di diversità specifica*.

a) "S" - *numero di specie*

b) "n" - *numero di individui*

c) "d" - *indice di ricchezza specifica* (Margalef, 1958): prende in considerazione il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale degli individui in una comunità; quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà tale indice.

d) "H" - *indice di diversità specifica* (Shannon & Weaver, 1949): risulta compreso tra 0 e, teoricamente,  $+\infty$  e tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.

Gli indici rappresentano parametri indicatori del grado di complessità delle biocenosi studiate, che prescindono dalle caratteristiche e dalle esigenze delle singole specie che le compongono.



Si presentano di seguito i dati emersi dalle indagini effettuate nelle due campagne di aprile, completa nelle sue otto stazioni, e quella di ottobre in cui per motivi legati alle condizioni meteo sono state campionate solo quattro stazioni.

Considerando separatamente le due tipologie di fondale con sedimenti sabbiosi e con sedimenti più fangosi, coincidenti con le corrispondenti stazioni individuate per le indagini sui sedimenti, sono stati elaborati i dati delle presenze faunistiche.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di "Indice di ricchezza specifica" e di "Indice di diversità specifica":

data prelievo		apr-09			
Tipologia indice	Stazione	Indice ricchezza spec. (d)	Indice diversità spec. (H)	tot. individui (n)	tot. Specie (S)
	GU01	2,83	1,68	19.900	29
	GU03	3,85	4,09	1.113	28
	PE04	3,24	2,91	2.247	26
	PE06	3,50	3,58	400	22
	OR07	2,92	3,59	673	20
	OR09	2,54	3,35	367	16
	VA10	3,10	2,93	2.307	25
	VA12	2,82	3,10	413	18

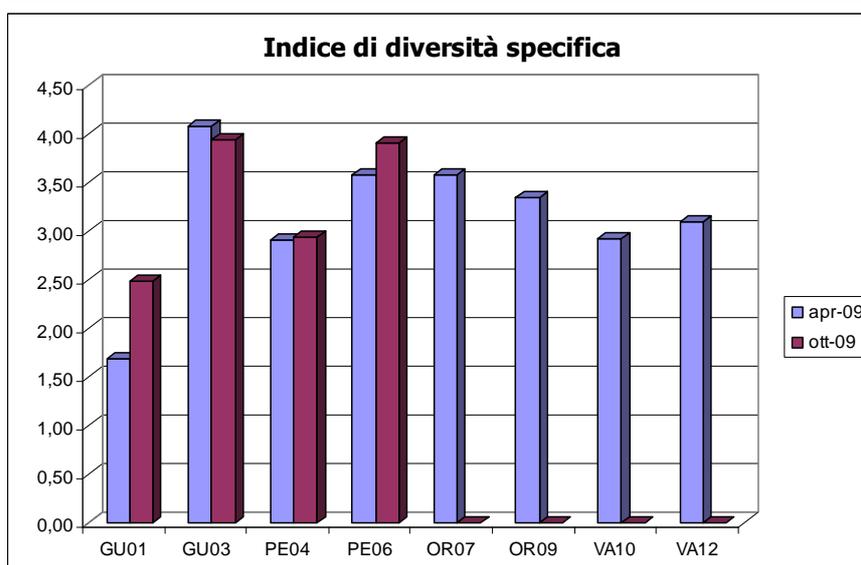
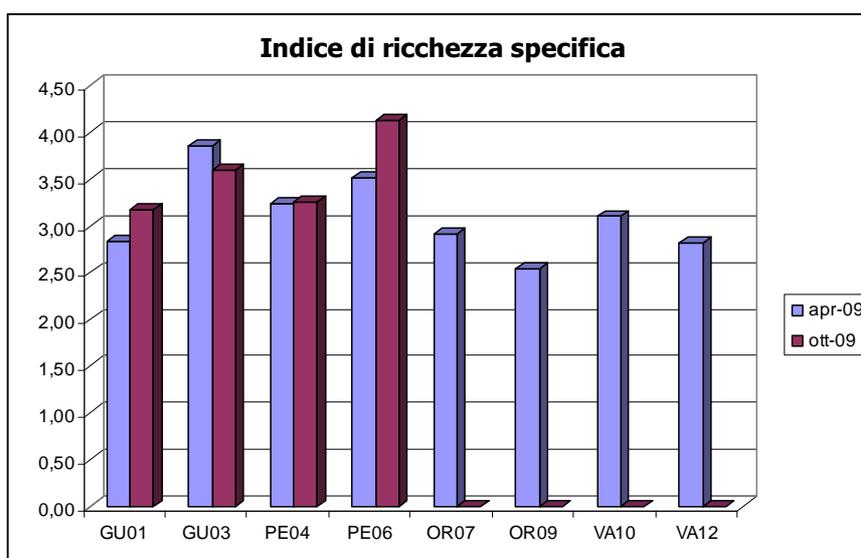
data prelievo		ott-09			
Tipologia indice	Stazione	Indice ricchezza spec. (d)	Indice diversità spec. (H)	tot. individui (n)	tot. Specie (S)
	GU01	3,17	2,48	2.640	26
	GU03	3,59	3,95	797	25
	PE04	3,25	2,94	873	23
	PE06	4,13	3,91	543	27
	OR07	-	-	-	-
	OR09	-	-	-	-
	VA10	-	-	-	-
	VA12	-	-	-	-

Il transetto di Ortona presenta il minor numero di specie sia nella stazione a 500 m



(OR07) che in quella a 3000 m (OR09).

La stazione di Pescara PE04 presenta valori più alti di Indice di ricchezza specifica, tra tutte le stazioni a 500 m dalla costa; mentre tra quelle a 3000 m dalla costa la stazione di Giulianova (GU03) presenta i valori più alti; mentre l'Indice di diversità specifica più elevato si è registrato nella stazione di Giulianova a 3000 m (GU03) e nella stazione di Ortona (OR07) tra quelle a 500 m dalla costa.





## 4.4 SEDIMENTO

### *Analisi granulometriche*

I risultati delle analisi granulometriche dei campioni superficiali di sedimenti prelevati nelle stazioni sotto costa sono prevalentemente arenitici non superando una percentuale della frazione pelitica del 10%.

I sedimenti prelevati a 3000m dalla costa mostrano in generale un aumento della frazione pelitica che arriva a valori superiori al 20% nelle stazioni di Giulianova, Ortona e Vasto. I grafici riportati di seguito permettono di avere una visione di insieme per tutte le stazioni sui transetti a 500 e 3000m dalla costa.

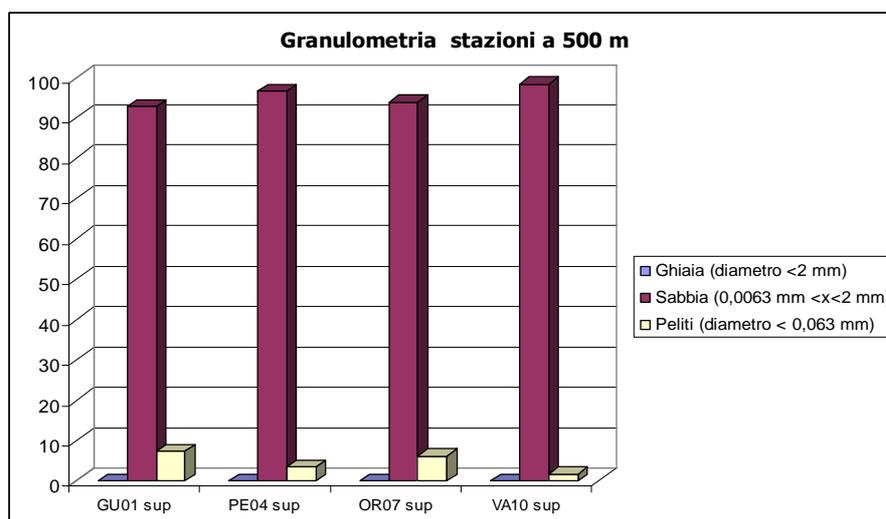


Fig.28. Caratterizzazione granulometrica del sedimento dei transetti a 500m dalla costa

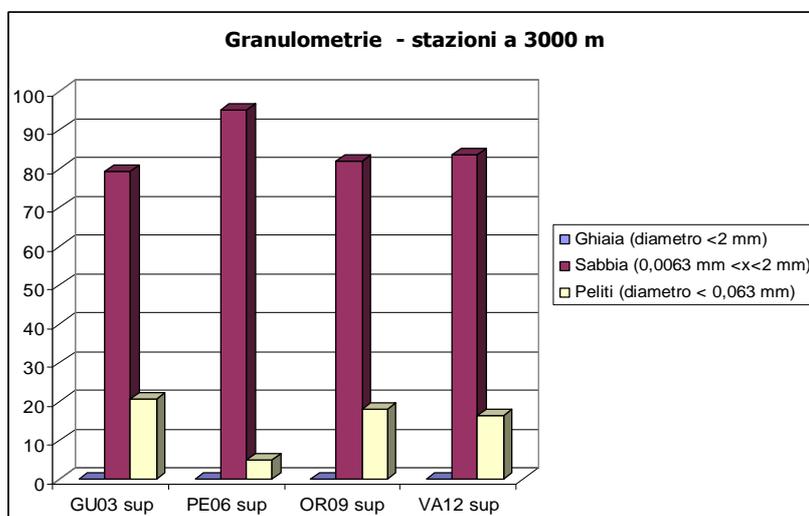


Fig.29 Caratterizzazione granulometrica del sedimento superficiale dei transetti a 3000 m dalla costa

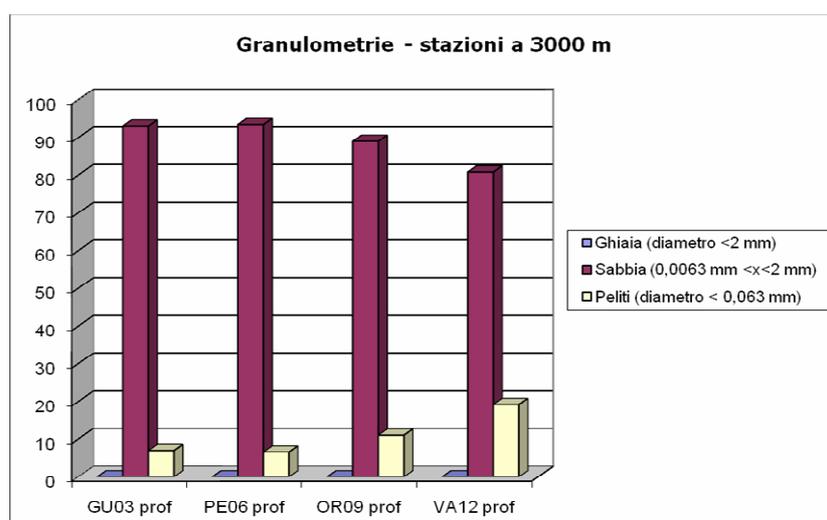


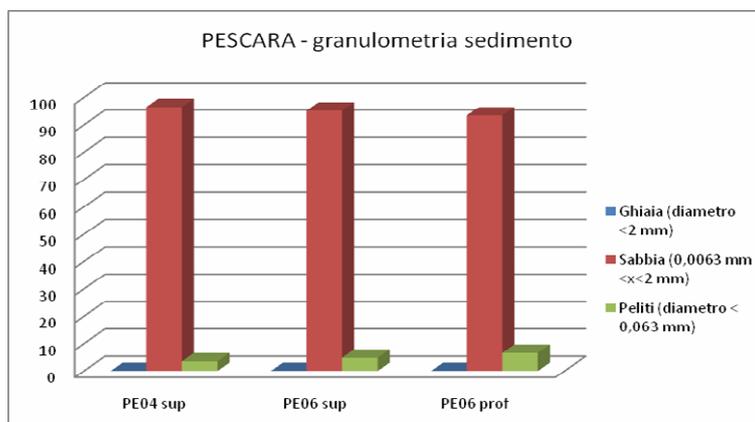
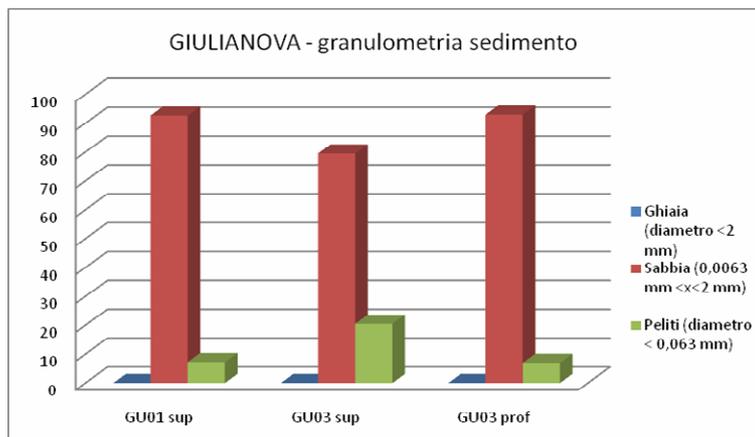
Fig.30 Caratterizzazione granulometrica del sedimento profondo dei transetti a 3000 m dalla costa

Osservando i risultati per ogni stazione a parte i campioni di sedimento a 500 m in cui la componente arenitica è per tutte le stazioni predominante, la frazione pelitica a 3000 m risulta suscettibile di variazioni tra la parte superficiale e quella profonda. In genere



tale componente aumenta nello strato più profondo, ma non è riscontrabile in tutte le stazioni.

Tali dati sono suscettibili di approfondimento in quanto sono relativi ad un sola campagna di campionamento.



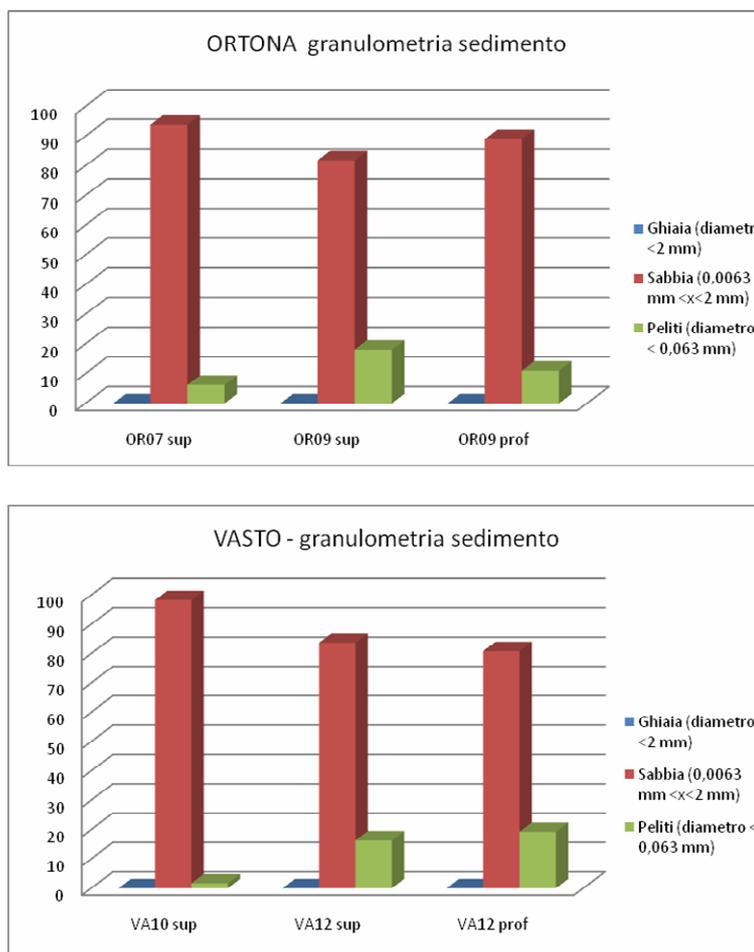


Fig.31 Risultati delle analisi granulometriche dei sedimenti di ogni transetto

Per quanto riguarda il carbonio organico, i risultati mostrano valori compresi fra 0,7% (GU03 campione in superficie) e 3,7% (OR09 campione in profondità); le stazioni verso Nord (tranne GU03) presentano valori decisamente più bassi delle quattro stazioni verso Sud.

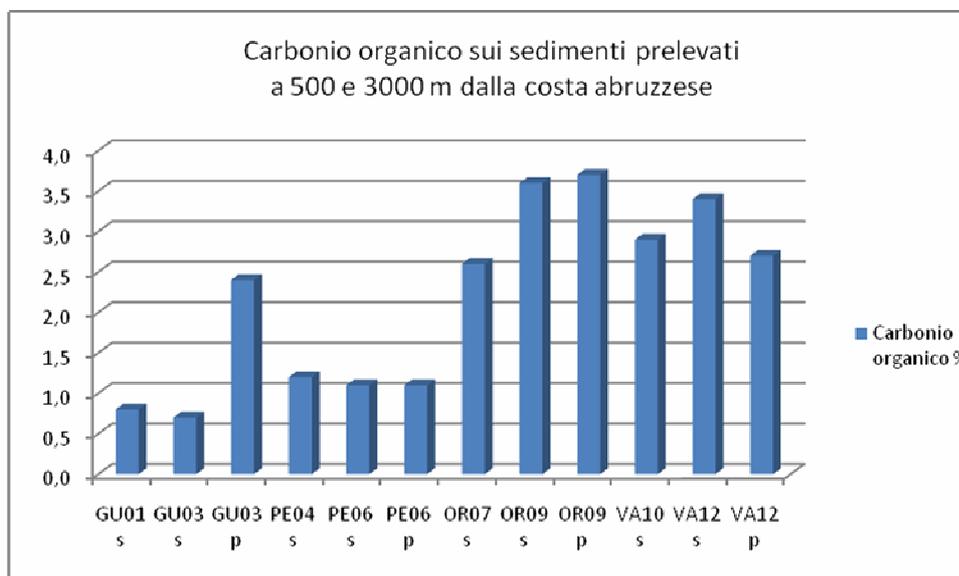


Fig. 32 Valori di carbonio organico presente nei sedimenti di ogni stazione

I risultati analitici relativi agli elementi in tracce dei campioni prelevati ad aprile sono riportati nella tabella che segue:

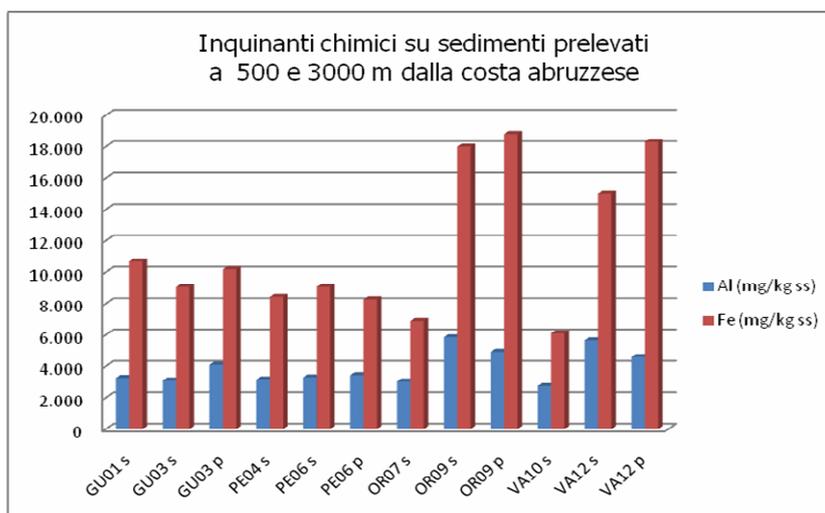
Data prelievo	16/04/2009						17/04/2009					
	Prof. -3	Prof. -11	Prof. -11,2	Prof. -4	Prof. -13	Prof. -13,2	Prof. -6	Prof. -15	Prof. -15,2	Prof. -5	Prof. -19	Prof. -19,2
Staz.	GU01 s	GU03 s	GU03 p	PE04 s	PE06 s	PE06 p	OR07 s	OR09 s	OR09 p	VA10 s	VA12 s	VA12 p
Carbonio org. %	0,8	0,7	2,4	1,2	1,1	1,1	2,6	3,6	3,7	2,9	3,4	2,7
Al (mg/kg ss)	3.257	3.092	4.099	3.158	3.300	3.439	3.025	5.846	4.934	2.742	5.646	4.593
Fe (mg/kg ss)	10.686	9.050	10.190	8.430	9.060	8.269	6.891	17.999	18.817	6.104	14.992	18.305
As (mg/kg ss)	6	7	6	8	7	6	7	7	7	7	8	8
Pb (mg/kg ss)	4	4	5	3	3	2	3	9	9	2	6	9
Cu (mg/kg ss)	5	4	5	3	4	3	3	15	16	2	10	14



Cd (mg/kg ss)	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,9	1,0	0,4	0,8	1
Hg (mg/kg ss)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,07	0,2	0,025	0,06	0,025
Ni (mg/kg ss)	13	9	11	8	9	8	6	26	28	6	17	26
Cr (mg/kg ss)	25	19	23	14	18	14	11	45	50	9	35	44
Va (mg/kg ss)	22	19	23	16	19	15	14	47	51	12	38	47
Zn (mg/kg ss)	19	12	18	9	12	10	16	39	38	15	26	36

Tab.6. Valori degli elementi in tracce rinvenuti nei sedimenti dei transetti a 500m e 3000m per tutte le stazioni.

Di seguito si riportati due grafici con gli andamenti di: Alluminio, Ferro, Rame, Vanadio e Zinco; tali parametri non sono previsti dal DM 56/2009 pertanto non vi sono limiti di riferimento.



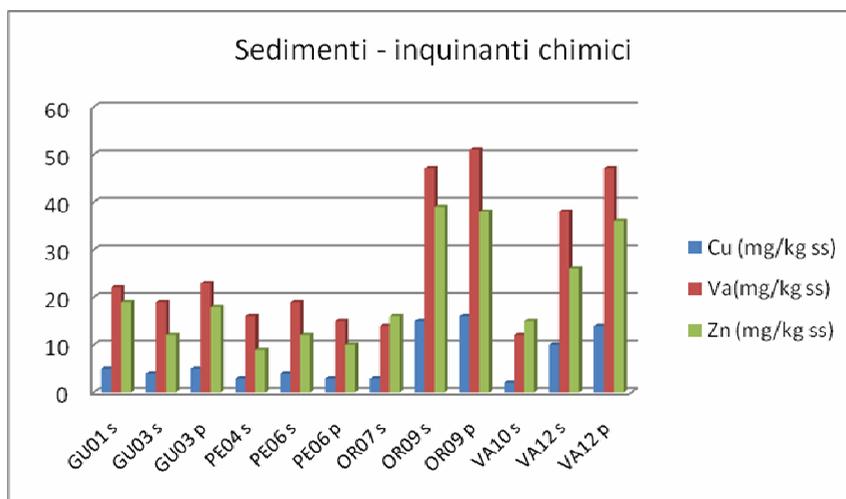


Fig.33 Valori di Alluminio, Ferro, Rame, Vanadio e Zinco presenti nei sedimenti di ogni stazione

I successivi grafici invece riportano gli andamenti dei metalli previsti dal DM 56/2009 di cui sono noti i limiti di riferimento; è da notare che il Decreto parla di valori medi annui (SQ-MA) mentre qui ci si riferisce ad un solo campionamento annuale.

I valori dell'arsenico (limite 12 mg/kg ss) e del piombo (limite 30mg/kg ss) sono risultati tutti inferiori ai limiti tabellari.

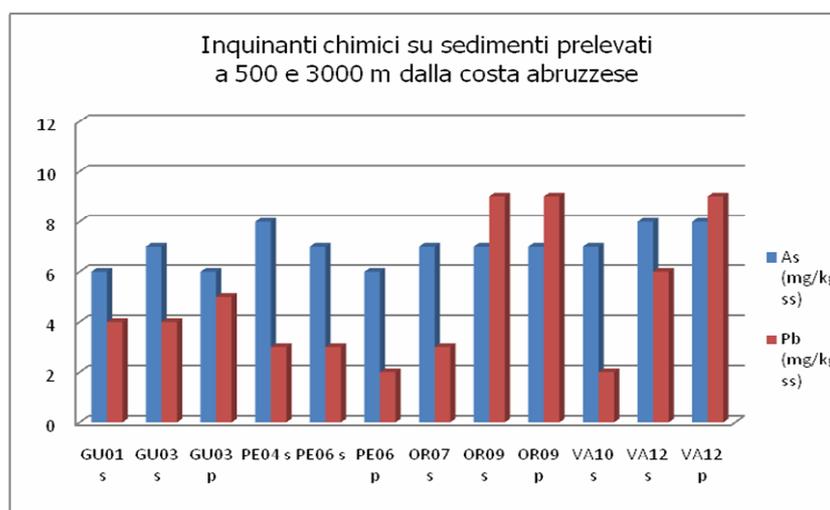
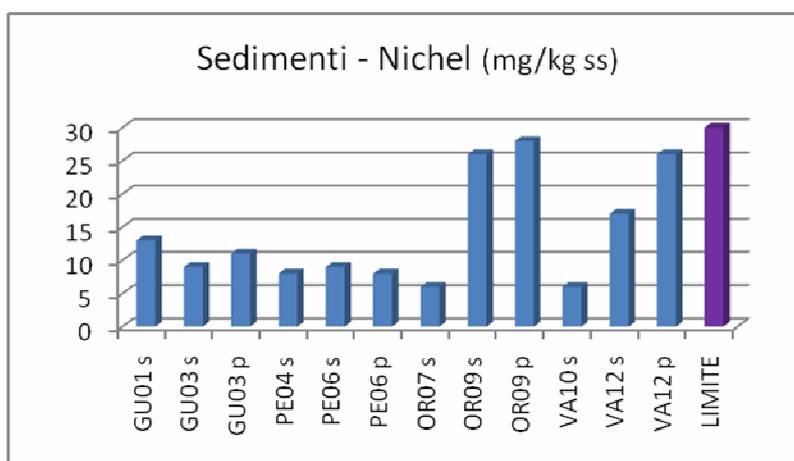
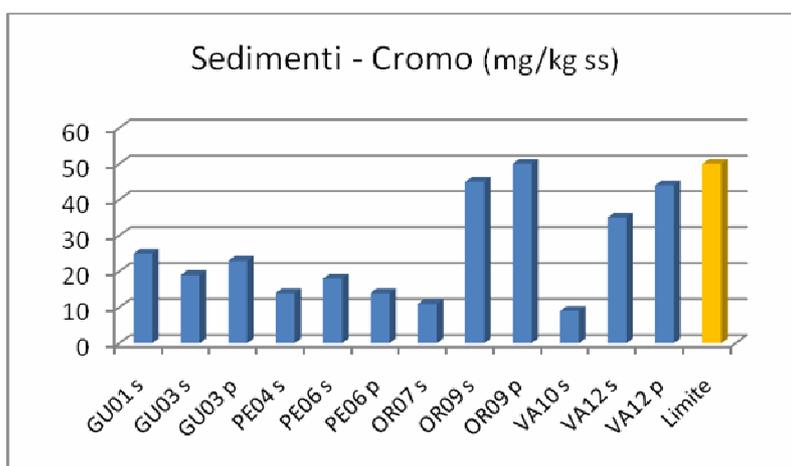


Fig.34 Valori di arsenico e piombo presente nei sedimenti di ogni stazione



Anche i valori di cromo (limite 50 mg/kg ss), di nichel (limite 30 mg/kg ss) e di mercurio (limite 0,3 mg/kg ss) sono tutti inferiori ai limiti.



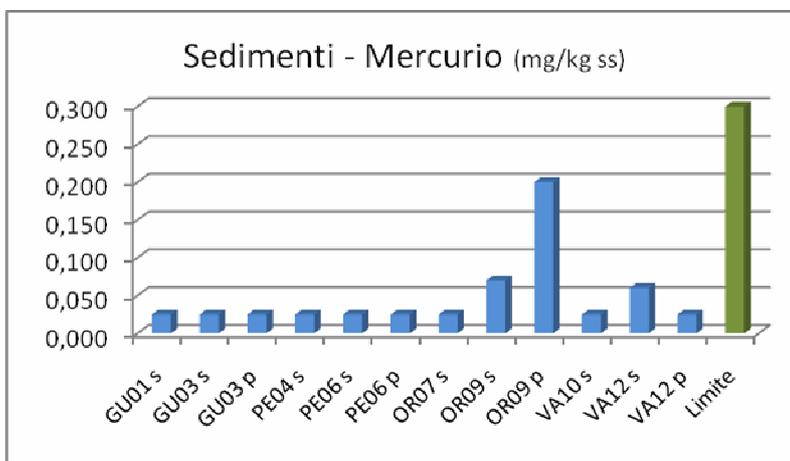


Fig.35 Valori di cromo, nichel e mercurio presenti nei sedimenti di ogni stazione

Per quanto riguarda il cadmio invece, tutti i valori superano il limite (0,3 mg/kg ss), sia per i sedimenti in superficie che nei sedimenti in profondità, in particolare nelle stazioni a 3000 m di Ortona e Vasto.

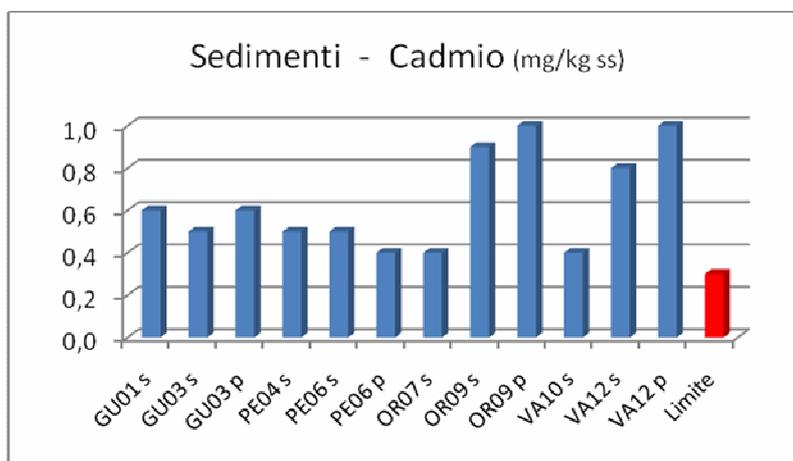


Fig.36 Valori di Cadmio presenti nei sedimenti di ogni stazione

Per gli altri inquinanti determinati sui sedimenti si riporta quanto segue:

- Non sono stati mai ritrovati pesticidi organici
- I PCB sono assenti in tutte le stazioni



- I valori degli idrocarburi policiclici totali (IPA) sono tutti inferiori al limite (800 mg/kg ss) tranne nel sedimento superficiale nella stazione OR09 in cui il valore è di 851 mg/kg ss.

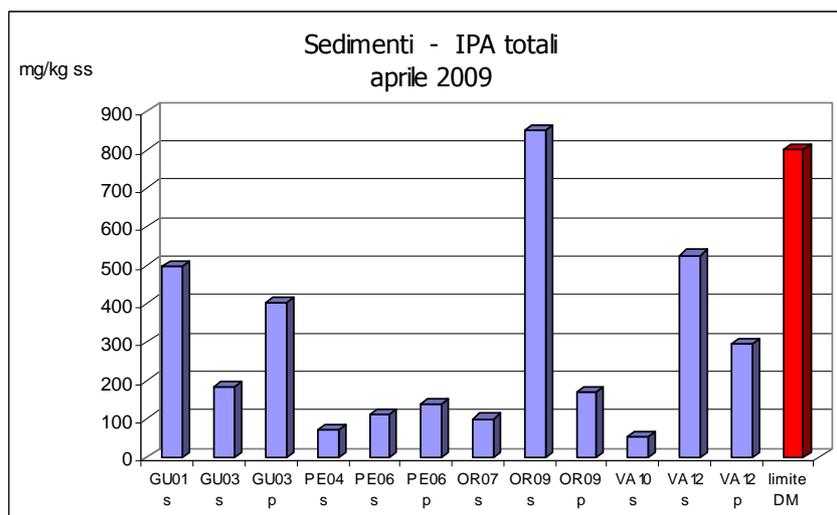


Fig.37 Concentrazione di IPA presenti nei sedimenti di ogni transetto e di ogni stazione

I componenti maggiormente presenti sono:

- *Naftalene* con valori sempre superiori al limite tranne nella stazione PE04 sup.
- *Fluorantene* con valori alti ma comunque inferiori al limite, tranne a GU01.

Tali presenze sono da attribuire probabilmente ad apporti antropici dalle acque superficiali oppure alle attività da diporto.

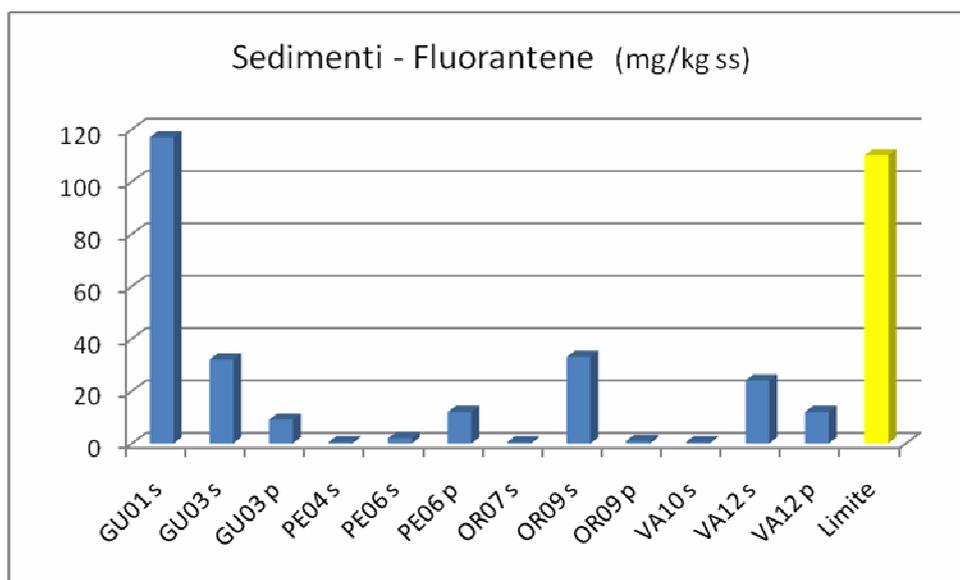
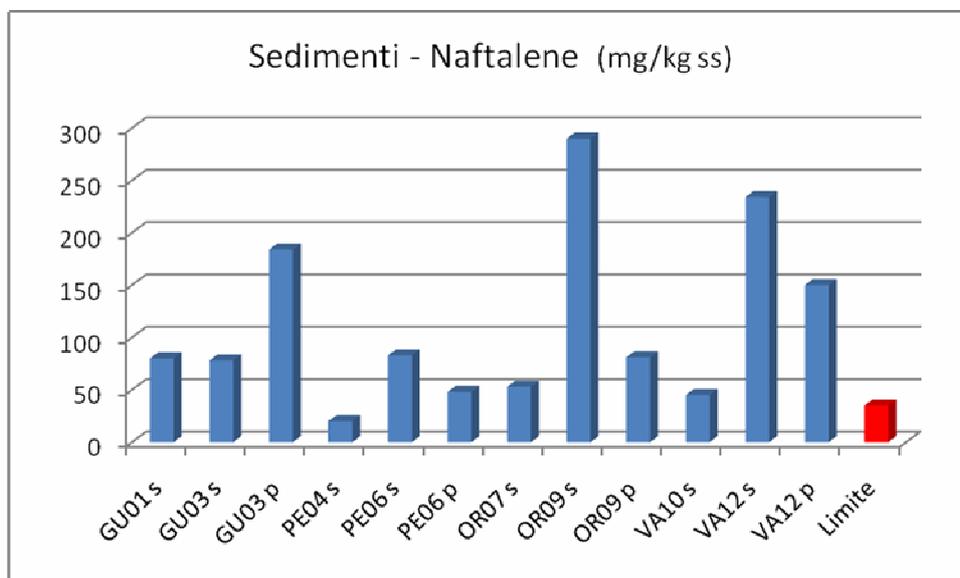


Fig.38 Concentrazioni di Naftalene e Fluorantene presenti nei sedimenti di ogni stazione



#### 4.4.1 SAGGI TOSSICOLOGICI

I saggi di tossicità sono stati effettuati su campioni di sedimento superficiale prelevati nei transetti a 500m dalla costa (GU01; PE04; OR07 e VA10) e sui sedimenti superficiali e profondi prelevati nei transetti a 3000m dalla costa (GU03; PE06; OR07 e VA12).

Per lo strato superficiale dei tratti più vicini alla costa sono stati utilizzati organismi quali il batterio marino *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale (Solid Phase Test) e alla matrice acquosa (elutriato) e l'alga marina *Dunaliella tertiolecta* applicata alla matrice acquosa.

Per lo strato superficiale e profondo dei sedimenti prelevati nelle stazioni a 3000m dalla costa, sono stati utilizzati il *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale e alla matrice acquosa elutriato, l'alga marina *Dunaliella tertiolecta* e il test di fecondazione e di embriotossicità (test di tossicità sub-cronico) con il riccio di mare *Paracentrotus lividus* applicati alla matrice acquosa.

I risultati ottenuti sul sedimento tal quale applicando il batterio luminescente direttamente sulla fase solida sono riportati in grafico per tutte le stazioni, i punti di campionamento (500 m e 3000 m) e per le diverse profondità. I risultati sono espressi in S.T.I. (Sediment Toxicity Index) come rapporto tra la tossicità misurata e quella naturale stimata in relazione alla frazione pelitica contenuta in ogni campione analizzato. Dato che la tossicità dei sedimenti è riconducibile prevalentemente alla frazione pelitica in quanto essa offre una maggiore superficie di adesione o di adsorbimento dei contaminanti, tale indice permette di correlare la tossicità eventualmente presente nella frazione <63mm. A tale indice è stata correlata una scala di tossicità acuta e un giudizio di qualità che va da assente a molto alta con relativa scala cromatica come riportato nella tabella e nel grafico seguente che mostra una visione complessiva dei risultati ottenuti con il SPT.

S.T.I.	GIUDIZIO	SCALA CROMATICA
$0 \leq STI \leq 1$	ASSENTE	
$1 < STI \leq 3$	LIEVE	
$3 < STI \leq 6$	MEDIA	
$6 < STI \leq 12$	ALTA	
$> 12$	MOLTO ALTA	

Tab.7. Valori di STI e giudizio di tossicità per il SPT

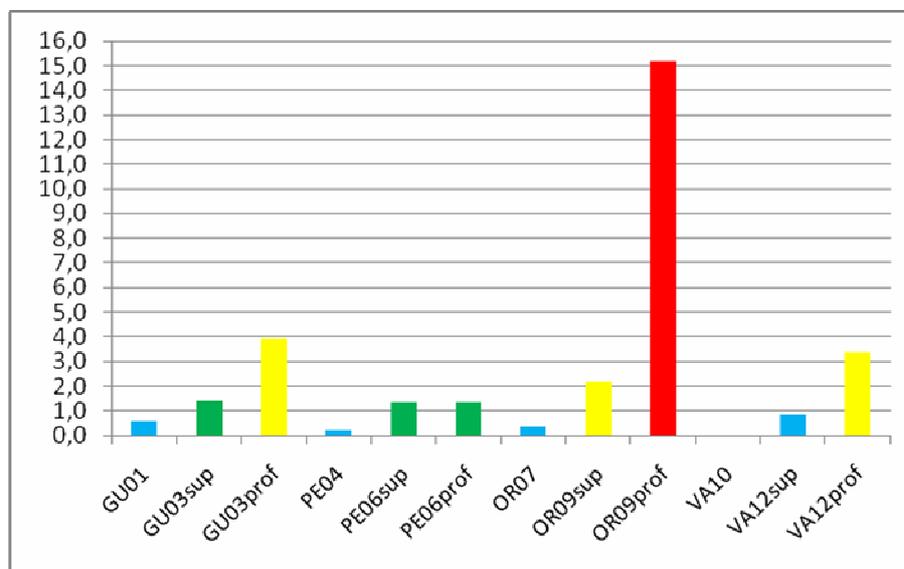


Fig.39 Risultati del test di tossicità con *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale espressi in STI (Sediment Toxicity Index)

Dal grafico risulta che tutte le stazioni a 500 m dalla costa non presentano tossicità (il campione di sedimento superficiale della stazione di Vasto, presenta solo un 22% di effetto). Le stazioni a 3000 m mostrano i sedimenti dello strato superficiale con una tossicità assente e lieve così come il sedimento dello strato profondo della stazione di Pescara (PE09). Il segnale di una tossicità media viene evidenziato nei sedimenti profondi delle stazioni di Giulianova e Vasto, mentre la stazione di Ortona presenta una tossicità media nel campione superficiale ed una tossicità molto alta nel campione profondo.

I risultati ottenuti su tutte le stazioni con tutti i saggi di tossicità applicati alla matrice acquosa elutriato vengono riportati nella seguente tabella:

Stazioni	Test con <i>Vibrio fischeri</i>	Test con <i>Dunaliella tertiolecta</i>	Test con <i>Paracentrotus lividus</i>	
	Elutriato (% di effetto)	Elutriato (% di inibizione)	Elutriato Test di fecondazione (% di effetto)	Elutriato Test di sviluppo (EC <sub>50</sub> )
GU01	11,83	-14		
GU03sup		4	15	46,78 (42,46-51,54)
GU03prof		4	22	88 (73,44-105,44)
PE04	0,79	0		



PE06sup		-14	23	55,83(50,82-61,34)
PE06prof		-10	24	93,06(79,24-109,29)
OR07	13,94	7		
OR09sup		7	3	45(% di effetto)
OR09prof		14	4	48,64(41,56-56,93)
VA10	7,06	-15		
VA12sup		-21	3	41(% di effetto)
VA12prof		-18	3	78,45(73,66-83,54)

Tab.8. Tabella riassuntiva dei test di tossicità applicati alla matrice acquosa elutriati espressi in percentuale di effetto e in EC50.

Dalla tabella si osserva che sono stati effettuati diversi test con organismi diversi: il test con il *Vibrio fischeri* è stato applicato alla matrice elutriato dei sedimenti dei transetti sotto costa, per essere confrontato con i risultati analitici ottenuti nelle precedenti campagne di monitoraggio marino-costiero. I risultati ottenuti nella campagna di analisi del 2009 riconfermano una tossicità acuta assente. Stesso risultato di tossicità acuta assente oltre ad un effetto di eutrofizzazione, è stato osservato su tutti i sedimenti analizzati con l'alga marina *D. tertiolecta*. Per quanto riguarda il test di tossicità con l'echinoderma, risulta che il test acuto di fecondazione ha dato risultati di tossicità acuta assente, mentre con il test sub-cronico di embriotossicità si è osservata una maggiore tossicità ed è stato possibile calcolare la EC50.

In base alla tabella per la classificazione della tossicità proposta dal Ministero nel Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero 2008-2209, in funzione delle specie utilizzate nel saggio ecotossicologico e delle matrici analizzate è possibile individuare la seguente scala di tossicità: classe A (tossicità assente o trascurabile); classe B (tossicità media); classe C (tossicità alta) e classe D (tossicità molto alta). La tabella riportata di seguito mostra l'insieme dei risultati ottenuti:

	GU01	GU03 sup	GU03 prof	PE04	PE06 sup	PE06 prof	OR07	OR09 sup	OR09 prof	VA10	VA12 sup	VA12 prof
<i>Vibrio fischeri (SPT)</i>	A	A	B	A	A	A	A	A	D	A	A	B
<i>Vibrio fischeri</i>	A			A			A			A		
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Paracentrotus lividus</i> fecondazione		A	A		A	A		A	A		A	A



<i>Paracentrotus lividus</i> embriotossicità		B	B		B	B		A	C		A	B
---	--	---	---	--	---	---	--	---	---	--	---	---

Tab.9. Tabella riassuntiva della scala di tossicità proposta dal Ministero elaborata in funzione delle specie utilizzate nei saggi ecotossicologici e delle matrici analizzate

I risultati ottenuti permettono di mettere in evidenza come il test di tossicità acuta con il batterio marino applicato alla fase solida e in maniera più evidente quello di tossicità sub-cronica con il riccio di mare applicato alla matrice acquosa siano stati in grado di evidenziare una certa tossicità soprattutto nei campioni profondi analizzati.

Dal confronto con le analisi chimiche è risultato che la stazione di Ortona nel transetto a 3000m dalla costa presenta le concentrazioni più alte per numerosi metalli pesanti (Pb, Hg, Cr) comunque nei limiti di legge ad eccezione del Cd che supera di circa 3 volte il valore di limite indicato per gli standard di qualità dei sedimenti.

#### 4.5 BIOMARKERS

L'utilizzo dei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) nel programma di monitoraggio 2009, ha previsto anche l'esecuzione dell'attività di "Mussel Watch" che è stata effettuata nel periodo tra maggio e settembre 2009. Tale metodologia prevede una fase di trapianto degli organismi presi da popolazioni naturali ed una esposizione per circa tre mesi nelle zone da studiare previo inserimento degli animali in gabbie appositamente costruite e nelle medesime condizioni in termini di età degli individui, stato riproduttivo e medesima profondità.

A tale scopo presso l'impianto S.I.L.MAR Acquaculture di Vasto sito in località Punta Penna, sono state prelevati esemplari di *Mytilus galloprovincialis* raggruppati in reste tagliate direttamente dall'allevamento con l'ausilio del personale dell'impianto. Per garantire l'omogeneità degli organismi sono stati scelti animali della stessa taglia (5-7 cm) corrispondenti a dei giovani adulti di 18-24 mesi.

Sono state preparate le gabbie secondo le indicazioni fornite da ISPRA, sono stati inseriti circa 150-200 individui (circa 3kg di organismi per ciascuna gabbia) e sono state posizionate dall'operatore subacqueo nei punti stabiliti in corrispondenza dei 4 transetti della costa oggetto di indagine a circa 1,8 miglia dalla costa, ad un'altezza compresa tra i 4 e i 6m e ad una profondità tra i 13 e i 16m.



Stazioni	Latitudine	Longitudine
Giulianova	42°46'73"	14°00'64"
Pescara	42°31'60"	14°11'75"
Ortona	42°20'39"	14°28'12"
Vasto (BIANCO)	42°14'20"	14°37'50"

Tab.10. Coordinate dei punti di posizionamento delle gabbie di mitili

Allo scadere del tempo di esposizione (circa 3 mesi), sono state recuperate le gabbie tramite l'operatore subacqueo e per ciascuna resta si è proceduto alla misura della percentuale di mortalità dei mitili recuperati, alla misura di parametri biometrici e al calcolo dell'indice di condizione (I.C. rapporto tra peso secco delle carni e peso secco delle conchiglie) per un pool rappresentativo di 15 organismi. Su un pool di altri 5 organismi si è invece proceduto all'analisi dei biomarkers e nello specifico alla valutazione della stabilità delle membrane lisosomi e per un altro pool di circa 15-20 animali si è proceduto all'analisi chimica. Per quanto riguarda le analisi chimiche, queste sono state effettuate anche all'inizio dell'esposizione su un pool di organismi rappresentativi della popolazione di partenza proveniente dunque dalla mitilocoltura di Vasto.

La valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali è stata effettuata in cellule vive utilizzando il test del rosso neutro che è un colorante lipofilo che attraversa liberamente le membrane cellulari. La quantità di colorante che può rimanere all'interno dei lisosomi dipende dal pH degli stessi organelli e dall'efficienza della pompa protonica di membrana. Il test del rosso neutro riflette l'efflusso del contenuto di colorante nel citosol del lisosoma a seguito di un'alterazione dell'integrità della membrana. Quindi qualsiasi alterazione del sistema vacuolare lisosomiale determinerà una riduzione nel tempo di ritenzione del rosso neutro all'interno dei lisosomi. Seguendo il protocollo fornito da ISPRA, sono state prelevate le cellule dall'emolinfa di ogni organismo e sono stati preparati diversi vetrini con il rosso neutro che sono stati osservati immediatamente al microscopio ottico ad ingrandimento 40x e fotografati ogni 15' per la prima e la seconda ora e ogni 30' dopo la seconda ora fino ad arrivare ad un'osservazione di circa 180' per ognuno dei 5 organismi e per ogni stazione. Scopo del test è di valutare il tempo a cui più della metà dei lisosomi ha rilasciato il colorante all'interno del citoplasma a causa della destabilizzazione delle membrane dei lisosomi. Per cui è stato necessario costruire una tabella in cui sono stati registrati i tempi di osservazione e per ognuno di essi è stato assegnato un "+" se più del 50% dei lisosomi tratteneva al suo interno il colorante, un "±" se la metà dei lisosomi appariva ancora



colorata e un "-" se meno del 50% dei lisosomi conteneva ancora al proprio interno il colorante. Parallelamente oltre all'osservazione dell'operatore, le foto effettuate allo scadere dei tempi di osservazione, sono state analizzate con un programma di analisi di immagine (Scion Image) per misurare l'intensità del rosso neutro fissato ai lisosomi. Ai fini dei risultati si è deciso di basarsi sulla valutazione diretta al microscopio.

I risultati sono riferibili solo su tre delle quattro stazioni, in quanto nella stazione del transetto di Pescara non è stata rinvenuta la gabbia al momento del recupero.

I valori delle prime misure effettuate al momento del recupero sono riportate nella tabella

Stazioni	Percentuali vivi	I.C.
<b>Giulianova</b>	60	0.13
<b>Ortona</b>	73	0.10
<b>Vasto (BIANCO)</b>	80	0.084

Vasto	<b>CONTROLLO</b>
Ortona	24%
Giulianova	42%

Tab.11. Misura della percentuale di mortalità dei mitili recuperati e valori dell'indice di condizione

Per quanto riguarda i risultati ottenuti con i biomarkers, è stata effettuata un'elaborazione statistica che ha permesso di correlare i tempi di osservazioni con la risposta di decadimento della colorazione del rosso neutro (es. "±" e "-") delle cellule lisosomiali degli organismi prelevati a Giulianova e Ortona in confronto alla stazione di Vasto (bianco) che non ha dato risposta fino ai 180' di osservazione per tutti i 5 organismi analizzati.

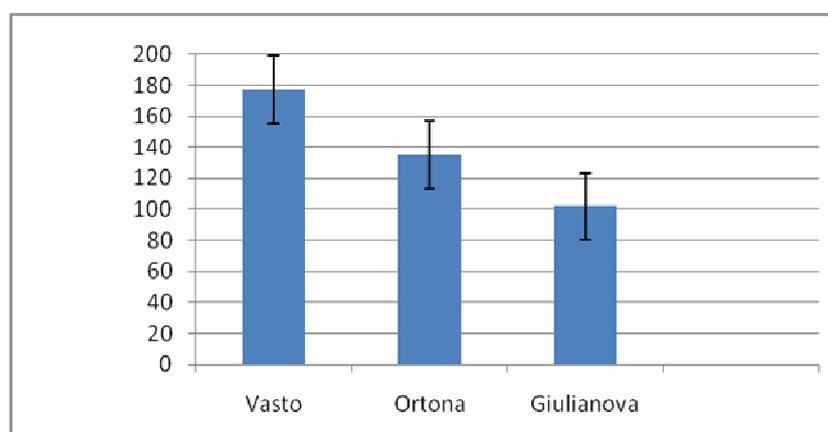




Fig.40 Risultati i risultati ottenuti con i biomarkers (valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali)

Il 42% osservato nella stazione di Giulianova mostra come a circa 90' dall'inizio dell'osservazione sia stata vista una destabilizzazione delle membrane lisosomiali.

Le analisi chimiche effettuate sul pool di organismi hanno messo in evidenza che nel transetto della stazione di Giulianova c'è stato un maggiore accumulo di contaminanti inorganici rispetto alla stazione di Ortona e soprattutto a quella di Vasto considerata stazione di riferimento.

#### 4.6 BIOTA

Le analisi chimiche eseguite sul biota sono state effettuate sul pool di circa 15-20 animali dopo la fase di bioaccumulo di circa tre mesi. I risultati mostrano una certa differenza nelle concentrazioni di alcuni analiti inorganici che potrebbe spiegare la risposta (destabilizzazione delle membrane lisosomiali) osservata nel transetto di Giulianova. I risultati complessivi dell'analisi chimica vengono riportate nella tabella seguente.

Matrice		BIOTA			
Data prelievo		30/9/09			
Stazioni		GU	PE	OR	VA
	Unità di misura				
Argento	mg/kg ss	0,1	-	0,1	0,1
Alluminio	mg/kg ss	560	-	362	378
Arsenico	mg/kg ss	13	-	18	16
Cadmio	mg/kg ss	1	-	1,7	2,2
Cromo	mg/kg ss	1,7	-	1,5	1,4
Rame	mg/kg ss	6,7	-	4,1	5,6
Ferro	mg/kg ss	700	-	568	523
Mercurio	mg/kg ss	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05
Nichel	mg/kg ss	2,1	-	1,8	3
Piombo	mg/kg ss	3	-	1,2	1,5



Vanadio	mg/kg ss	2,8	-	1,8	2,3
Zinco	mg/kg ss	6,8	-	6,4	5,8
4-4 DDT	µg/kg ss	< 0,5	-	< 0,5	< 0,5
2-4 DDT	µg/kg ss	< 0,5	-	< 0,5	< 0,5
4-4 DDE	µg/kg ss	< 0,8	-	< 0,8	< 0,8
2-4 DDE	µg/kg ss	< 0,8	-	< 0,8	< 0,8
4-4 DDD	µg/kg ss	< 0,4	-	< 0,4	< 0,4
2-4 DDD	µg/kg ss	< 0,4	-	< 0,4	< 0,4
α esaclorocicloesano	µg/kg ss	< 0,2	-	< 0,2	< 0,2
β esaclorocicloesano	µg/kg ss	< 0,2	-	< 0,2	< 0,2
γ esaclorocicloesano	µg/kg ss	< 0,2	-	< 0,2	< 0,2
δ esaclorocicloesano	µg/kg ss	< 0,2	-	< 0,2	< 0,2
Aldrin	µg/kg ss	< 0,2	-	< 0,2	< 0,2
Dieldrin	µg/kg ss	< 0,2	-	< 0,2	< 0,2
Esaclorobenzene	µg/kg ss	< 0,4	-	< 0,4	< 0,4
Clorpirifos	µg/kg ss	< 0,9	-	< 0,9	< 0,9
Clorfenvinfos	µg/kg ss	< 0,9	-	< 0,9	< 0,9
Trifluralin	µg/kg ss	< 0,9	-	< 0,9	< 0,9
α endosulfan	µg/kg ss	< 0,9	-	< 0,9	< 0,9
PCB 52	µg/kg ss	< 1	-	< 1	< 1
PCB 77	µg/kg ss	< 1	-	< 1	< 1
PCB 81	µg/kg ss	< 1	-	< 1	< 1
PCB 128	µg/kg ss	< 1,25	-	< 1,25	< 1,25
PCB 138	µg/kg ss	< 1	-	< 1	< 1
PCB 169	µg/kg ss	< 1,25	-	< 1,25	< 1,25
PCB 153	µg/kg ss	< 1	-	< 1	< 1
PCB 118	µg/kg ss	< 2,5	-	< 2,5	< 2,5
PCB 28	µg/kg ss	< 1	-	< 1	< 1
PCB 101	µg/kg ss	< 1	-	< 1	< 1
PCB 126	µg/kg ss	< 2,5	-	< 2,5	< 2,5
PCB 156	µg/kg ss	< 1,39	-	< 1,39	< 1,39
PCB 180	µg/kg ss	< 1,25	-	< 1,25	< 1,25
Naftalene	mg/kg ss	< 0,03	-	< 0,03	0,06
Acenaftilene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
Acenaftene	mg/kg ss	0,02	-	< 0,01	0,03
Fluorene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
Fenantrene	mg/kg ss	< 0,01	-	0,04	< 0,01
Antracene	mg/kg ss	< 0,01	-	0,02	< 0,01
Pirene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
benzo a antracene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
Fluorantene	mg/kg ss	< 0,01	-	0,02	< 0,01
Crisene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01



benzo b fluorantene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
benzo k fluorantene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
benzo a pirene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
dibenzo a-h antracene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
benzo g-h-i perilene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
Indeno 1-2-3 cd pirene	mg/kg ss	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01
Stabilità membrane lisosomiali	%	42	-	24	0

Tab.12. Risultati delle analisi chimiche effettuate sul biota sottoposto all'analisi dei biomarkers.



---

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che l'ARTA Abruzzo conduce sulle acque marino-costiere, l'attività di campionamento nell'anno 2009 è stata condotta sulla Rete Regionale come previsto dal programma di monitoraggio, con lo sforzo operativo di rispettare le modalità e i tempi previsti; nonostante le avverse condizioni meteorologiche che hanno comportato a volte lo slittamento delle date di campionamento o addirittura l'annullamento del campionamento stesso.

Nel dettaglio, dalle analisi dei dati raccolti, si può evidenziare quanto segue:

1. I valori di Indice trofico di tutta la costa individuano uno stato trofico "buono", infatti quasi sempre si registra una buona trasparenza delle acque e assenza di colorazioni anomale delle stesse; i valori di indice più bassi si registrano, in tutte le stazioni, nel periodo estivo in particolare ad agosto.
2. Gli inquinanti chimici determinati nella matrice acqua (IPA, PCB, Pesticidi, metalli) sono risultati sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 56/09.
3. La comunità fitoplanctonica è caratterizzata da valori elevati in primavera e in autunno, in coincidenza con fioriture di diatomee, tipiche in Adriatico durante le stagioni suddette.
4. La ricerca delle specie algali potenzialmente tossiche non ha evidenziato la presenza di nessuna delle specie da ricercare.
5. Gli inquinanti chimici determinati nella matrice sedimento (IPA, PCB, Pesticidi, metalli) sia in superficie che in profondità, sono risultati sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 56/09 per tutti i parametri ricercati tranne:
  - il Cadmio che è risultato invece sempre superiore al limite e maggiormente nelle stazioni a 3000 m di Ortona e Vasto;
  - gli idrocarburi policiclici totali (IPA) che sono risultati tutti inferiori al limite (800 mg/kg ss) tranne nel sedimento superficiale nella stazione OR09 in cui il valore è di 851 mg/kg ss; i componenti maggiormente presenti sono stati Naftalene (valori sempre superiori al limite tranne nella stazione PE04) e Fluorantene (con valori alti ma comunque inferiori al limite, tranne a GU01).
6. Le analisi granulometriche hanno evidenziato che per ogni stazione a parte i campioni di sedimento a 500m in cui la componente arenitica è per tutte le stazioni predominante, la frazione pelitica a 3000m risulta suscettibile di variazioni tra la parte superficiale e quella profonda: in genere tale componente aumenta nello strato più profondo, ma non è riscontrabile in tutte le stazioni.



- 
7. I risultati dei saggi di tossicità mettono in evidenza come il test di tossicità acuta con il batterio marino applicato alla fase solida e in maniera più evidente quello di tossicità sub-cronica con il riccio di mare applicato alla matrice acquosa siano stati in grado di evidenziare una certa tossicità soprattutto nei campioni profondi analizzati.
  8. Per quanto riguarda i risultati ottenuti con i biomarkers, nella stazione di Giulianova si è osservato un segnale dato da una destabilizzazione delle membrane lisosomiali. Le analisi chimiche effettuate sul pool di organismi hanno messo in evidenza che nel transetto della stazione di Giulianova c'è stato un maggiore accumulo di contaminanti inorganici rispetto alla stazione di Ortona e soprattutto a quella di Vasto considerata stazione di riferimento.

L'insieme delle informazioni raccolte nel 2009, insieme a quanto osservato negli anni precedenti, riconferma ancora una volta l'evidenza dell'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato; entrambi gli aspetti sono riconducibili all'influenza di diversi fattori, tra cui le condizioni idrobiologiche e fisiche dell'intero bacino, l'alternarsi delle stagioni, le condizioni meteorologiche, la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante, gli apporti delle attività da diporto.



## BIBLIOGRAFIA

1. APAT IRSA-CNR, 2003. *Metodi analitici per le acque. Manuali e Linee guida, 29/2003.*
2. Avancini M., Cicero A. M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., Sertorio Zunini T. 2006. *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, Vol. I – Fitoplacton.* Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – DPN; ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare. 503
3. Avancini M., Cicero A. M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., Sertorio Zunini T. 2006. *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, Vol. II – Zooplacton Neritico – Tavole.* Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – DPN; ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare. 198
4. Barnes, R.D. 1985. Zoologia: gli Invertebrati. *Piccin ed., 1237.*
5. Decreto Ministero della Sanità, 1 Settembre 1990. *Metodi di analisi per la determinazione delle biotossine algali nei molluschi bivalvi, nonché per la determinazione quali-quantitativa dei popolamenti fitoplanctonici nelle acque marine adibite alla molluschicoltura.* G.U. 18/9/90, n.218
6. Fauvel P. 1923. *Faune de France.* P. Lechevalier – Paris
7. Forni G., Occhipinti Ambrogi A., 2004. *Applicazione del Coefficiente biotico (Borja et al., 2000) ad una comunità macrobentonica nel Nord Adriatico.* Biol. Mar. Medit. (2004), 11 (2): 202-209.
8. ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento.* ICRAM - ANPA
9. Pérès, J.M. & Picard, J.. 1964. *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée.* Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 31 (47), 137.
10. Picard, J.. 1965. *Recherques qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la region marseillaise.* Thèse Doct. Sci. Nat. Aix-Marseille, 160.
11. Regione del Veneto - ARPAV, 2009. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2008. Analisi dei dati osservati nell'anno 2008.* A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Buosi A., D'Amico M.L., Delli Quadri F., Fassina D., Guardati L., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., Rossi S., Rizzardi S.
12. RICARD M., 1987. Atlas du Phytoplankton Marin. Vol. I. Ed. du CNRS, Paris. 297
13. Riedl, R. 1991. *Fauna e flora del Mediterraneo.* Muzzio Ed., 777 .



- 
14. Rouse G., Pleijel F., 2001. *Polychaetes*. Oxford University Press, Hong Kong, 354
15. SOURNIA A., 1986. *Atlas du Phytoplancton Marin. Vol. 1*. Ed. du CNRS, Paris. 220
16. Tomas R. C. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press. 835.